

RADIOANATOMIE DER CAROTISBIFURKATION

CLAUDIA HIMMER

1985

AUS DER NEURORADIOLOGISCHEN ABTEILUNG
(Abteilungsvorsteher: Prof. Dr. K. Decker†)
DER PSYCHIATRISCHEN KLINIK UND POLIKLINIK DER
UNIVERSITÄT MÜNCHEN
(Direktor: Prof. Dr. H. Hippus)

Radioanatomie der Carotisbifurkation

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Claudia Himmer
aus
München

München 1985

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Hippius

Mitberichterstatter:

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 03.06.1986

I. EINLEITUNG - VORWORT

II. ALLGEMEINE BERICHTSBEREICHEN UND VERFAHREN

- 1. Einführung (Seite 1)
- 2. Darstellung der geschäftlichen Verhältnisse

III. **Gewidmet in Dankbarkeit**
meinen Eltern

- 1. über die Geburt (Seite 1)
- 2. über die Kindheit und Jugendzeit

- a) Beginn der Kindheit, erste Jahre
- b) Beginn der Kindheit, zweite Hälfte
- c) Kindheit, Jugendzeit, erste Hälfte
- d) Kindheit, Jugendzeit, zweite Hälfte

- 3. Kindheit, Jugendzeit, erste Hälfte

- a) Beginn der Kindheit, erste Jahre

- b) Kindheit, Jugendzeit, zweite Hälfte

- c) Kindheit, Jugendzeit, erste Hälfte

- 4. Kindheit, Jugendzeit, zweite Hälfte

- a) Kindheit, Jugendzeit, zweite Hälfte

IV. BERICHT ÜBER DIE VERFAHREN DER VERFAHREN

V. VERFAHREN

VI. VERFAHREN

I.	EINLEITUNG - PROBLEMSTELLUNG	1
II.	EIGENE UNTERSUCHUNGSTECHNIK UND KRANKENGUT	
	1. Katheterangiographie	2
	2. Übersicht der ausgewerteten Angiogramme	3
III.	ANALYSE DER GEFÄSSVERHÄLTNISSE DER CAROTIS- TEILUNG	
	1. Höhe der Carotisgabel	4
	2. Abgangsformen und -durchmesser der be- teiligten Gefäße	
	a) Abgang der Arteria carotis externa	8
	b) Abgang der Arteria carotis interna	18
	c) craniale Abschnitte der Arteria carotis communis	24
	3. Beziehung zwischen Externa, Interna und Communis	
	a) Vergleich von Abgangsformen und Abgangs- durchmessern an einer Gabel	27
	b) Lagebeziehung zwischen Externa, Interna und Communis	28
	c) Form der Carotisgabel	29
	4. Abgänge von Externaästen im Bereich der Gabel	
	a) ventrale Gruppe	36
	b) mediale und dorsale Gruppe	45
IV.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER RADIOANATO- MISCHEN UNTERSUCHUNGEN	50
V.	ZUSAMMENFASSUNG	59
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	62

I. EINLEITUNG - PROBLEMSTELLUNG

Die Höhe der Teilung der Arteria carotis communis in die Carotis interna und Carotis externa in Beziehung zur Halswirbelsäule liegt am häufigsten im Niveau des 4. und 5. Halswirbels, kann jedoch in seltenen Fällen nach LIE (1968) (27) auch im Bereich des 1. Halswirbels oder 2. Brustwirbels gefunden werden. KRAYENBÜHL und YASARGIL (1965) (20) untersuchten 658 Angiogramme und fanden die Höhe der Carotidgabel in fast der Hälfte der Fälle in Höhe des 4. bis 5. Halswirbels. Die genauen anatomischen Lagebeziehungen von äußerer und innerer Kopfschlagader untersuchte FALLER (1946) (9). Die früheren Methoden der zerebralen Angiographie mittels Direktpunktion der Halsgefäße erlaubten jedoch selten, rechts- und linksseitige Angiogramme im Seitenvergleich zu analysieren. Symmetrie und Asymmetrie der Bifurkation der Arteria carotis communis festzustellen, ist heute eher möglich, da mit der Katheterangiographie zumeist mehrere Gefäßbereiche dokumentiert werden (KUNKEL 1976) (22).

Im Hinblick darauf, daß zur Beurteilung von Angiogrammen die genaue Kenntnis der normalen Gefäßverhältnisse und der Häufigkeitsverteilung von Varianten entscheidend ist (DECKER 1968) (6) und nach HEBERER, RAU und LÖHR (1966) (13) Gefäßkrümmung und Verzweigung Prädispositionsstellen für arteriosklerotische Veränderungen sind, soll mit der folgenden Arbeit die Carotidbifurkation untersucht werden. Vor allem sollen die Gefäßverhältnisse im Rechts-Links-Vergleich analysiert werden. Ausgewertet wurden Angiogramme, die in der neuroradiologischen Abteilung der psychiatrischen Klinik und Poliklinik der Universität München angefertigt worden sind.

II. EIGENE UNTERSUCHUNGSTECHNIK UND KRANKENGUT

Die vorliegenden Untersuchungen stützen sich auf 500 Angiogramme, die übersichtlich in seitlicher Ansicht die cranialen Abschnitte der Arteria carotis communis, die Anteile der Arteria carotis interna bis zur Schädelbasis und der Arteria carotis externa bis zur Aufzweigung in A. maxillaris und A. temporalis superficialis zeigen. Die Katheterangiographie wurde bei 300 Patienten eines psychiatrisch-neurologischen Krankenguts vorgenommen.

1. Katheterangiographie

Unter Beachtung der Sterilität wird mit 1 %igem Xylocain eine Lokalanästhesie gesetzt. Nach einer kleinen Hautinzision mit einem Stichskalpell erfolgt die Punktion der A. femoralis superficialis in der Leistenbeuge. Die 5 cm lange Punktionskanüle hat einen äußeren Durchmesser von 1,2 mm, einen inneren von 0,98 mm und weist den speziellen DECKER-Schliff auf, der gröbere Intimaverletzungen vermeidet. Durch die Kanüle wird ein teflonbeschichteter Führungsdraht von 125 - 145 cm Länge und einem Durchmesser (beim Erwachsenen) von 0,82 mm in das Gefäß geschoben, die Kanüle wird entfernt und ein Formocath-blue-Polyäthylen-Katheter (90 cm lang, äußerer Durchmesser 1,57 mm) über den Draht bis zum Aortenbogen vorgeschoben (KUNKEL 1975) (21), (DECKER u. KUNKEL 1977) (8). Die Katheterspitze wurde vorher, nach den vermuteten anatomischen Gegebenheiten und gemäß Alter, spitz- bis stumpfwinklig zum übrigen Katheter gebogen und wird unter Durchleuchtung in die rechte oder linke A. carotis communis eingeführt. Hat die Probeinjektion einen ungehinderten Kontrastmittelabfluß gezeigt, werden zunächst stets in einer Übersichtsaufnahme die A. carotis communis, die Abgänge der Interna und Externa dokumentiert, ehe selektiv Einzelgefäße aufgesucht werden.

2. Übersicht der ausgewerteten Angiogramme

300 Patienten, 127 Frauen und 173 Männer, wurden katheter-angiographiert, hiervon konnten 500 Angiogramme analysiert werden.

Bei 200 Patienten (84 weiblich und 116 männlich) wurden die Arterienverhältnisse der Carotidbifurkation auf beiden Seiten, bei 100 Patienten einseitig ausgewertet, davon bei 50 Patienten (20 weiblich und 30 männlich) die rechte, bei 50 Patienten (23 weiblich und 27 männlich) die linke Seite. Insgesamt wurden 250 rechts- und 250 linksseitige Karotis-teilungen näher untersucht. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lag das Alter der Patienten zwischen 13 und 89 Jahren, der Altersdurchschnitt bei 52 Jahren.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht der ausgewerteten Angiogramme unter Berücksichtigung der verschiedenen Altersstufen.

Tabelle 1: Übersicht der analysierten Angiogramme unter Berücksichtigung des Untersuchungsalters

Alter	Patienten mit				Angiogramme	
	AG bds.	AG der re.Seite	AG der li.Seite	insg.	Anzahl	%
80-89	2	1	1	4	6	1,2
70-79	20	7	6	33	53	10,6
60-69	47	10	15	72	119	23,8
50-59	59	13	9	81	140	28,0
40-49	30	7	8	45	75	15,0
30-39	20	4	2	26	47	9,4
20-29	18	6	5	29	47	9,4
10-19	4	2	4	10	13	2,6
	200	50	50	300	500	100,0

III. ANALYSE DER GEFÄSSVERHÄLTNISSE DER CAROTISTEILUNG

1. Höhe der Carotisgabel

Die Teilung der Arteria carotis communis in die Arteria carotis interna und externa zeigt deutliche Höhenunterschiede. Ihre Höhe kann anhand verschiedener Bezugspunkte gemessen werden, im Vergleich zum Schildknorpelrand des Kehlkopfes (FALLER 1946) (9), zum unteren Rand der Mandibula, zum oberen Rand der Clavicula oder zur Strecke zwischen beiden (MC AFEE 1953) (29), zum Kieferwinkel, oder im Vergleich zur Halswirbelsäule (ADACHI 1928 (3), KRAYENBÜHL 1968 (20)).

Die Bestimmung der Teilungshöhe in Relation zur Halswirbelsäule stellt sich als die geeignetste Methode der Zuordnung zu den im Röntgenbild erkennbaren Strukturen dar. Die Wirbelkörper sind auf den Angiogrammen gut abgrenzbar, die Untersuchung im seitlichen Bild und in Normallage des Kopfes am liegenden Patienten schafft standardisierte Bedingungen.

In Tabelle 2 sind die Teilungshöhen unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht in Beziehung zur Halswirbelsäule angegeben. Zwischenwirbelräume werden, soweit sie nicht gesondert aufgeführt sind, zum darunterliegenden Halswirbelkörper gezählt.

In 87,4 % der untersuchten Fälle liegt die Teilung in Höhe des dritten und vierten Halswirbelkörpers. Eindeutig oberhalb des Kieferwinkels teilt sich die Communis nie, im Kieferwinkelbereich in 37,2 % (186 Fällen), eindeutig darunter in 62,8 % (314 Fällen). Ein signifikanter Geschlechtsunterschied in der Häufigkeitsverteilung der Gabelungshöhen besteht nicht. Im Seitenvergleich ergeben sich für die linke Seite häufiger höhere Teilungen als für die rechte (Abb. 1).

Tabelle 2: Übersicht der Carotisbifurkation von 500 Angiogrammen

HWK = Halswirbelkörper

ZWR = Zwischenwirbelraum

Höhe d. Carotisbi- furkation	AG insges.				AG rechts			AG links			weibl.		männl.	
	Summe		Sum.		Sum.		Sum.		Sum.		Sum.		Sum.	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	%	Zahl	%	%	AG	%	AG	%
ZWR 1/2	1	0,2			0	0		1	0,4					
			7	1,4			0,8			2,0	3	1,4	4	1,4
HWK 2	6	1,2			2	0,8		4	1,6					
ZWR 2/3	11	2,2			1	0,4		10	4,0					
			205	41,0			39,6			42,4	86	40,8	119	41,1
HWK 3	194	38,8			98	39,2		96	38,4					
ZWR 3/4	30	6,0			14	5,6		16	6,4					
			232	46,4			44,4			48,4	98	46,5	134	46,4
HWK 4	202	40,4			97	38,8		55	42,0					
ZWR 4/5	9	1,8			6	2,4		3	1,2					
			52	10,4			14,0			6,8	22	10,4	30	10,4
HWK 5	43	8,6			29	11,6		14	5,6					
ZWR 5/6	1	0,2			1	0,4		0	0					
			4	0,8			1,2			0,4	2	0,9	2	0,7
HWK 6	3	0,6			2	0,8		1	0,4					
	500	100	500	100	250	100		250	100		211	100	289	100

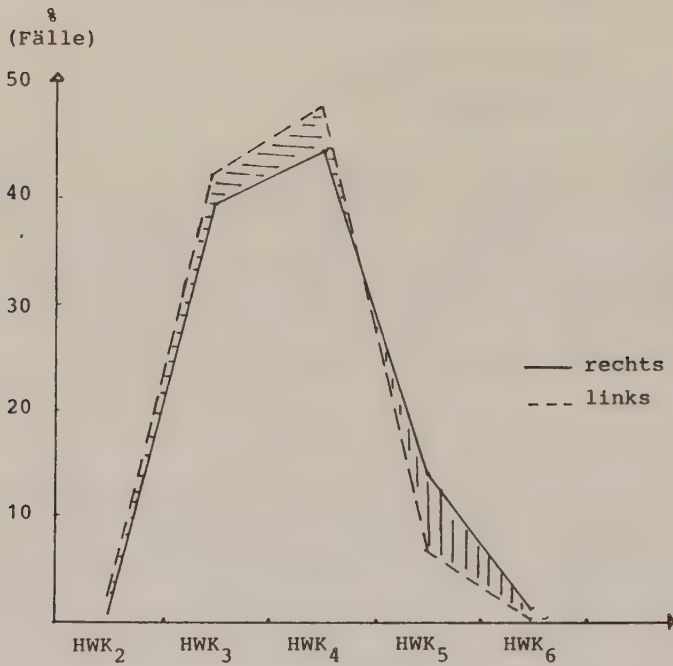


Abb. 1: Teilungshöhe der Carotis communis von 500 Angiogrammen im prozentualen Rechts-Links-Vergleich.

Bei 200 Patienten mit doppelseitigen Angiogrammen wurden die individuellen Höhenunterschiede der rechten und linken Carotisgabel gemessen. Hierzu wurden abgepauste Zeichnungen der Arterienverläufe so übereinander gelegt, daß die Wirbelkörper zur Deckung kamen. Der Abstand der Gabeln wurde parallel zur Wirbelsäule gemessen und in individuellen Wirbelkörperhöhen ausgedrückt.

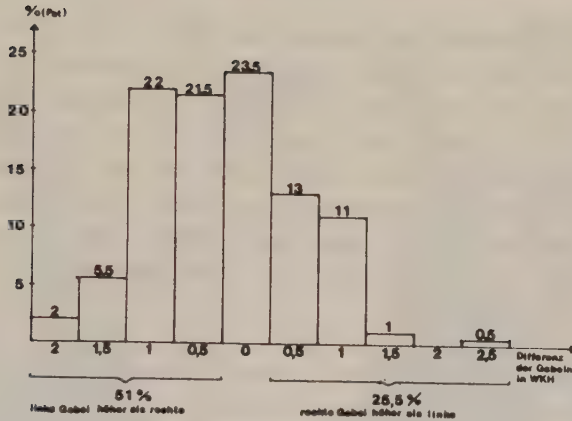


Abb. 2: Höhendifferenzen der Gabelungen bei 200 Patienten mit doppelseitigen Angiogrammen.

23,5% der Patienten haben symmetrische Bifurkationshöhen. In 25,5 % liegt die rechte Gabel höher als die linke, in 51 % liegt die linke Gabel weiter cranial als die rechte. Die größte Differenz im Seitenvergleich beträgt zwei bis zweieinhalb Wirbelkörperhöhen. In den meisten Fällen (91 %) liegt die Differenz unter einer Wirbelkörperhöhe.

Die Gabeln in Höhe des 3. und 4. Halswirbels, in deren Höhe sich die Arteria carotis am häufigsten teilt, wurden für die einzelnen Wirbelkörperhöhen getrennt mit denen der anderen Seite verglichen. In den Fällen (78 = Fallzahl) mit rechtsseitigen Bifurkationen auf Höhe des 3. Halswirbelkörpers liegen die Gabeln in 78,2 % auf der linken Seite symmetrisch, in 19,2 % tiefer, in 2,6 % höher als rechts. Wird die Carotisteilung der linken Seite betrachtet, so ergibt sich für den 3. Halswirbel (Fallzahl 89) nur in 68,5 % eine symmetrische Bifurkation. In 29,3 % liegen die Gabeln

rechts tiefer als der 3. Halswirbelkörper, in 2,2 % höher.

Die Gruppe der rechtsseitigen Gabeln auf Höhe des 4. Halswirbelkörper (91 Fälle) weist in 66 % symmetrische Teilungshöhen auf der anderen Seite auf, in 26,4 % höhere Teilungen, in 7,6 % tiefere als rechts. Mit 63,8 % sind im Vergleich zu allen linksseitigen Gabeln (94 Fälle) auf Höhe des 4. Halswirbelkörpers etwa ebensoviele Höhen symmetrisch gelegen, während nur 16 % auf der rechten Seite höher liegen als die linken Gabeln auf dem 4. Halswirbelkörper, dagegen 20,2 % tiefer.

Eine eindeutige Korrelation des Alters zur Gabelhöhe läßt sich weder in Bezug zu Wirbelkörpern noch zum Kieferwinkel herstellen. In allen Altersstufen liegt die Bifurkation am häufigsten im Bereich vom 3. bis 4. Halswirbelkörper. Auch die individuelle Höhendifferenz der rechten und linken Seite zeigt keine Altersabhängigkeit.

2. Abgangsformen und -durchmesser der beteiligten Gefäße

a) Abgang der Arteria carotis externa

Die die Carotisgabel bildenden Arterien weisen an ihren Ursprüngen charakteristische Formvarianten auf. Außer den geraden Abgängen (Zylinderform) und den bulbären Erweiterungen, die auch die anatomischen Untersucher FALLER (1946) (9) und ADACHI (1928) (3) beschrieben, findet sich in den vorliegenden Angiogrammen eine dritte typische Form, die Trichterform. (Abb. 3 a - c).

Zunächst werden die Abgangsformen getrennt für die einzelnen Arterien beschrieben, anschließend werden die Kombinationsmöglichkeiten an einer Gabel dargestellt.



3 a



3 b



3 c

Abb. 3 a - c: Abgangs-
formen der Arteria carotis
externa in seitlichen An-
giogrammen

a - gerade (Zylinder-) Form

b - bulbäre Form

c - Trichterform

In 473 Angiogrammen konnte die Abgangsform der Externa gut beurteilt werden, pathologische Stenosierungen der Arterie wurden nicht berücksichtigt.

Der Anfangsteil der äußeren Kopfschlagader ist in der Hälfte der Fälle zylinderförmig gestaltet, in 30 % bulbär, in 20 % trichterförmig.

Bulbäre und trichterförmige Arterienstrecken sind mit 53 % rechts nur etwas häufiger als links mit 56 % vorhanden.

(Tab. 3). Links überwiegen mit 54 % zylinderförmige Abgänge gegenüber rechts (47 %).

Tabelle 3: Häufigkeit verschiedener Abgangsformen der Carotis externa

Abgangsform	rechts		links		Insgesamt	
	Fallz.	%	Fallz.	%	Fallz.	%
Zylinderform	110	47	129	54	239	50,5
Bulbusform	74	31,6	66	27,6	140	29,6
Trichterform	50	21,4	44	18,4	94	19,9
Summe	234	100%	239	100%	473	100%

Diese summarische Gegenüberstellung gibt zwar Auskunft über Präferenzen einer Seite allgemein; wie häufig dieselben Abgangsformen bei einem Patienten zusammentreffen und inwiefern bei bekanntem Abgang einer Seite auf eine bestimmte Form der anderen Seite geschlossen werden darf, klärt erst ein individueller Seitenvergleich bei jeweils einem Patienten.

Bei 182 Patienten konnten Angiogramme der rechten und linken Seite verglichen werden. Es finden sich am Abgang beiderseits Erweiterungen der Externa in 34 % (62 Pat.), davon beiderseits Bulbi in 14,8 % (27 Pat.), beiderseits Trichter in 11,0 % (20 Pat.), Trichter und Bulbus in 8,2 % (15 Pat.). Beiderseits Zylinderformen kommen in 34,6 % (63 Pat.) vor, auf einer Seite Zylinderformen, auf der anderen Erweiterungen in 31,4 % (57 Pat.).

In rund 2/3 der Fälle stimmen also die Abgangsformen der Externa auf der rechten und linken Seite eines Patienten überein.

Neben der Form wurde auch die Weite des Externaabganges bestimmt. Da der Durchmesser wegen der unterschiedlichen Vergrößerung der Angiogramme nicht direkt meßbar ist, wurde er indirekt durch Vergleich mit dem Durchmesser des Stammes der Arteria carotis ermittelt. Die Gefäßweiten am Abgang wurden dabei sowohl allgemein, als auch nach einzelnen Formen aufgeschlüsselt bestimmt. Von 500 Angiogrammen konnten für diese Fragestellung 466 herangezogen werden. (Tab. 4).

Unabhängig von der Form ergibt sich daraus, daß die Externa am Abgang überwiegend (in 80 %) dünner als die Communis ist. In 9,5 % ist sie am Abgang gleich stark und in 10,5 % stärker als die Communis.

Bezüglich der Seiten besteht kein signifikanter Unterschied des Quotienten aus den Durchmessern des Externaabganges und des Stammes der Carotis communis. Die meisten Durchmesser liegen im Bereich der 0,5 < 1-fachen Communisstärke, 65,2 % der bulbären und trichterförmigen und 94,8 % der geraden Abgänge.

Stärker als der Communisstamm sind nur 1,3 % der Zylinderformen, dagegen 19,8 % der Trichter- und Bulbusformen. Stellt man die Abgangsstärken- relativ zum Communisstamm gemessen- der rechten Seite denen der linken Seite gegenüber, so zeigen die Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 4: Durchmesser des Externabgangs im Vergleich zum Durchmesser des Communisstammes

Durch- Ext/Com. messer		Zylinder- formen (%)	Bulbäre und Trichterformen (%)	Summe (%)
Ext < Com.	0,25 < 0,5	3,9	0,4	2,2
	0,5 < 0,75	64,8	20,2	42,5
	0,75 < 1	26,1	44,6	35,3
Ext = Com.	1	3,9	15,0	9,5
Ext > Com.	> 1,0 < 1,25	1,3	14,2	7,8
	1,25 < 1,5	-	5,2	2,6
	1,5 < 1,75	-	0,4	0,2
Zahl d. Ag = 100%		233	233	466

Ebenso ergibt sich keine Seitenpräferenz im individuellen Seitenvergleich, wozu beiderseitige Angiogramme von 152 Patienten direkt miteinander verglichen wurden. (Von den 200 doppelseitigen Angiogrammen waren 48 nicht verwertbar.) Danach weisen beide Externae eines Patienten in 29,6 % (45 Patienten) den gleichen Durchmesser am Abgang auf. In 36,3 % (55 Patienten) ist der Gefäßbeginn links, in 34,2 % (52 Patienten) rechts stärkerkalibrig.

Die Durchmesser unterscheiden sich dabei nie um mehr als das Zweifache. Bei 2 Patienten (1,3 %) ist jeweils der linke, erweiterte Externaabgang doppelt so stark wie der rechte, zylinderförmige. Bei einem Patienten (0,7 %), bei dem die Externa rechts am Abgang doppelt so stark wie links ist, sind beide Anfangsabschnitte zylinderförmig gestaltet. In 85,4 % bleibt der Durchmesser des einen Abgangs unter der 1,5-fachen Größe des anderen, 66,4 % unterscheiden sich sogar um weniger als das 1,25-fache. (Abb. 4).

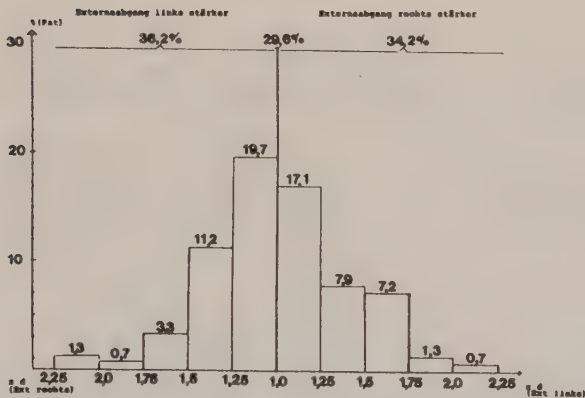
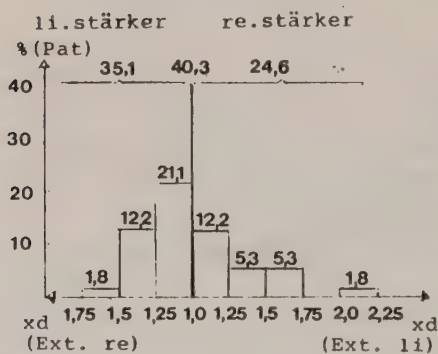


Abb. 4: Seitenvergleich der Durchmesser der
A. carotis externa bei 152 Patienten

Diese Durchschnittswerte variieren erheblich, je nachdem, welche Gefäßformen bei einem Patienten zusammentreffen. Liegen Zylinderformen des Externaabganges vor, so sind die Gefäßlumina im Seitenvergleich in knapp 60 % von unterschiedlicher Weite, in über 40 % sind rechter und linker Externabeginn von gleicher Kaliberstärke.

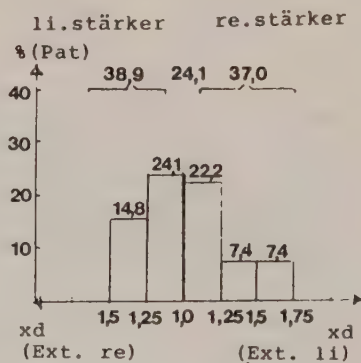
Bulbus- und Trichterformen zeigen dagegen in 76 % eine Seitendifferenz. (Abb. 5 a, b). Bei unterschiedlichen Abgangsformen (41 Pat.) liegt der größere Durchmesser meist auf der Seite mit Bulbus- oder Trichterform. Nur bei 9 Patienten entsprechen sich die Durchmesser von zylinderförmigen und erweiterten Anfangsteilen der beiden Externae.

Externaabgang:
Zylinderform



5 a

Externaabgang:
Bulbus-Trichterform



5 b

Abb. 5 a, b:

Seitenvergleich der Durchmesser (d) der
A. carotis externa unter Berücksichtigung
der Abgangsformen

a - beiderseits Zylinderform

b - beiderseits Trichter- und Bulbusform
(zusammengefaßt)

Die vorangegangenen Untersuchungen erstreckten sich auf die Weite des Externaabganges im Vergleich zur Carotis communis, sowie auf den direkten Seitenvergleich der Externadurchmesser. Für Bulbus- und Trichterformen wird zusätzlich deren maximale Weite im Vergleich zum Kaliber des Externastammes unmittelbar distal der Ausweitung bestimmt.

Unterschieden werden verschiedene Grade der Ausweitung:

1. leicht (L) - bis zum 1,5-fachen (ausschließlich),
2. mittel (M) - bis zum 2,0-fachen (ausschließlich),
3. stark (S) - bis zum 2,5-fachen (ausschließlich),
4. sehr stark (EX) - um das 2,5 fache und mehr erweitert

Tabelle 5: Grad der Erweiterungen im Vergleich zum Externadurchmesser nach der Erweiterung, aufgeschlüsselt nach Form und Seite (in %)

Grad der Erweiterung	Bulbusform			Trichterform			Ausweitungen insgesamt		
	re	li	Su.	re	li	Su.	re	li	Su.
leicht	41,9	25,8	34,3	20	20,5	20,2	33,1	23,6	28,6
mittel	41,9	48,5	45,0	56	36,4	46,8	47,6	43,6	45,7
stark	12,1	22,7	17,1	18	33,6	27,7	14,5	29,2	21,4
sehr stark	4,1	3,0	3,6	6	4,5	5,3	4,8	3,6	4,3
Zahl der Ag = 100 %	74	66	140	50	44	94	124	110	234

Am häufigsten sind demnach bei beiden Formen die mittelgradigen Anschwellungen vertreten mit 45,7 % (107 Angiogramme). Unterschiedlich stark sind dagegen die beiden Formen in den anderen Gruppen vertreten. Während mit 34,3 %

(48 Ag.) überdurchschnittlich viele Bulbi leicht vergrößert sind, liegen die Trichterformen mit 20,2 % unter dem Durchschnitt von 28,6 %. Umgekehrt verhält es sich in der Gruppe der starken Erweiterungen. Nur 17,1 % (24 F.) der Bulbi gehören dazu, dagegen 27,7 % der Trichter. (Abb. 6 a).

Der Rechts-Links-Vergleich zeigt, daß auf der linken Seite häufiger als auf der rechten stärkere Erweiterungen vorkommen.

Sind rechts 80,7 % (100 Angiogramme) der Abgänge leicht oder mittelgradig vergrößert, sind es auf der linken Seite nur 67,2 % (74 Angiogramme). Besonders ausgeprägt zeigt sich dieser Sachverhalt bei den Trichterformen. Nur 24 % der Erweiterungen rechts, dagegen 43,1 % links sind stark bzw. sehr stark erweitert.

Um zu überprüfen, inwiefern sich die relativen Anschwellungen am Abgang der Externae desselben Patienten entsprechen, wurden die Angiogramme von 62 Patienten beurteilt. 48,4 % (30 Pat.) weisen denselben Grad der Anschwellung auf, bei 22,6 % (14 Pat.) ist die rechte Seite relativ zum sonstigen Gefäßdurchmesser stärker erweitert, bei 29,0 % (18 Pat.) die linke Seite.

Von Autoren wie ADACHI (1928) (3) wird festgestellt, daß die Abgangsformen altersabhängig seien. Nach eigenen Untersuchungen besteht weder zwischen der Häufigkeit der einzelnen Formen und Alter, noch zwischen Stärke der Trichter- und Bulbusformen und Alter eine Korrelation. Es wurden die Altersstufen von 20 bis 79 Jahren in die Auswertung einbezogen.

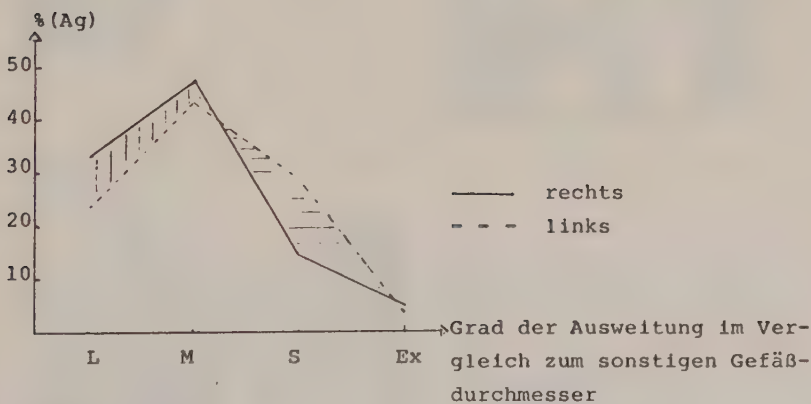
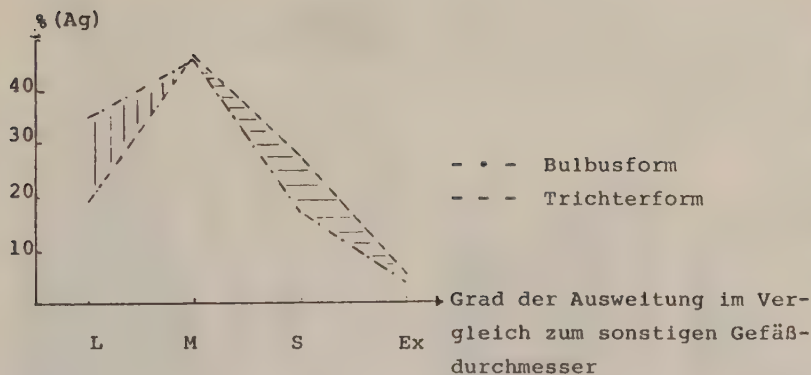


Abb. 6 a, b:

Darstellung der unterschiedlichen Grade der weiten Externaabgangsformen

- a - im Vergleich zwischen Bulbus- und Tichterformen
- b - im Vergleich zwischen rechter und linker Seite

b) Abgang der Arteria carotis interna

Die Interna als der Hauptast der Gabel wurde entsprechend der Externa untersucht. 455 Angiogramme wurden zur Bestimmung der Abgangsformen herangezogen.

(Tab. 6 und Abb. 7 a - c).

Tabelle 6: Häufigkeit der verschiedenen Abgangsformen der Carotis interna

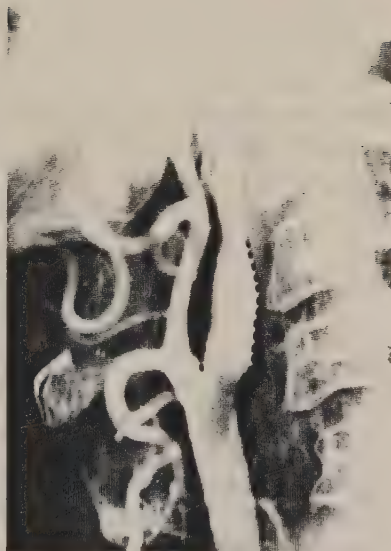
Abgangsform	rechts		links		insgesamt	
	Fallz.	%	Fallz.	%	Fallz.	%
Zylinderform	37	16,6	36	15,5	73	16,1
Bulbusform	166	74,4	180	77,6	346	76,0
Trichterform	20	9,0	16	6,9	36	7,9
	223	100%	232	100%	455	100%

Hier finden sich dieselben Formvarianten am Abgang wie bei der Externa. Der Anteil der Trichterformen ist mit 7,9 % allerdings sehr gering. Auch die zylinderförmigen Abgänge stellen mit 16,1 % nur einen kleinen Teil der Gesamtheit dar. 3/4 aller Abgänge hingegen sind bulbusförmig gestaltet und damit insgesamt 83,9 % aller Internaursprünge erweitert. Der allgemeine Rechts-Links-Vergleich zeigt keinen signifikanten Unterschied.

Inwieweit die Internaabgänge bei demselben Menschen übereinstimmen, konnte bei 172 Patienten untersucht werden. In 6,4 % (11 Pat.) gehen beide Internae zylinderförmig ab, in 76,8 % (132 Pat.) sind beide Abgänge erweitert. Davon haben 65,7 % (113 Pat.) beiderseits Bulbi, 3,5 % (6 Pat.) beider-



7 a



7 b



7 c

Abb. 7 a - c: Abgangs-
formen der Arteria carotis
interna

- a - gerade (Zylinder-) Form
- b - bulbäre Form
- c - Trichterform

seits trichterförmige Abgänge. Bei 7,6 % (13 Pat.) beginnt die Interna auf der einen Seite trichterförmig, auf der anderen bulbüsformig. In 16,8 % (29 Pat.) sind die Abgänge einerseits erweitert, auf der anderen Seite gerade. In 75,6 %, also bei 3/4 aller Patienten, entsprechen sich die Abgangsformen der Interna auf rechter und linker Seite.

Tabelle 7: Durchmesser des Internaabgangs im Vergleich zum Durchmesser des Communisstammes

Durch- Int/Com. messer	Zylinder- formen (%)	Bulbäre und Trichterformen (%)	Summe (%)
Int < Com. $0,25 < 0,5$	-	-	-
$0,5 < 0,75$	32,9	4,3	8,9
$0,75 < 1$	52,0	22,4	27,2
Int = Com. 1	8,2	36,0	31,5
Int > Com. $> 1,0 < 1,25$	5,5	26,1	22,8
$1,25 < 1,5$	1,4	9,6	8,3
$1,5 < 1,75$	-	1,6	1,3
Zahl d. Ag = 100%	73	375	448

Die Weite des Internaabgangs wird zunächst relativ zum Communisstamm bestimmt. In grober Annäherung sind die Internaabgänge zu jeweils 1/3 gleich weit dünner oder stärker als die Communis (Tab. 7). Die Interna verfügt dabei min-

destens über die halbe Communisstärke und bleibt immer unter dem 1,75-fachen Durchmesser der Communis.

Die meisten Internadurchmesser (81,5 % = 365 Ag) liegen in einem Bereich, der der 0,75 $\leq$ 1,25-fachen Communisstärke entspricht.

Für die Zylinderformen und die erweiterten Formen ergibt sich erwartungsgemäß eine unterschiedliche Häufigkeitsverteilung. 84,9 % (72 Ag) der geraden Abgänge haben einen Durchmesser, der unter dem der Communis liegt. 6,9 % (5 Ag) sind stärker als die Communis, jedoch nie um mehr als das 1,5-fache.

Dagegen sind nur 26,7 % (100 Ag) der weiten Anfangsab-schnitte dünner als der Communisstamm, 36,0 % (135 Ag) gleich stark und 37,3 % (136 Ag) stärker. (Tab. 7).

Wie zuvor der Externadurchmesser wurde auch der Durchmesser der Interna anhand der doppelseitigen Angiogramme direkt verglichen. Bilder von 138 der 200 Patienten wurden dazu herangezogen. In 29,7 % (41 Pat.) ist die Interna links am Abgang stärker, in 39,9 % (55 Pat.) sind beide gleich stark, in 30,4 % (42 Pat.) hat die rechte Interna den stärkeren Abgang. (Abb. 8). Der Größenunterschied beträgt höchstens (1 Pat.) das Doppelte des jeweils gegenseitigen Gefäßdurchmessers.

Betrachtet man die Häufigkeitsverhältnisse getrennt nach den einzelnen Formen, so ergibt sich für beiderseits erweiterte Abgänge dieselbe Verteilung wie allgemein für die Seitenunterschiede der Externa. Bei den 11 Patienten mit beiderseitiger Zylinderform des Abgangs ist 2 mal die linke Interna um weniger als das 1,25-fache stärker als die rechte, 6 mal sind beide Internae gleich weit und 3 mal ist die rechte Interna bis zum ausschließlich 1,5-fachen stärker. Für die Kombinationen von unterschiedlichen Abgangsformen (15 Pat.) liegt der größere Durchmesser auf Seiten der Erweiterung oder beide Abgangsstärken unterscheiden sich nicht (7 mal).

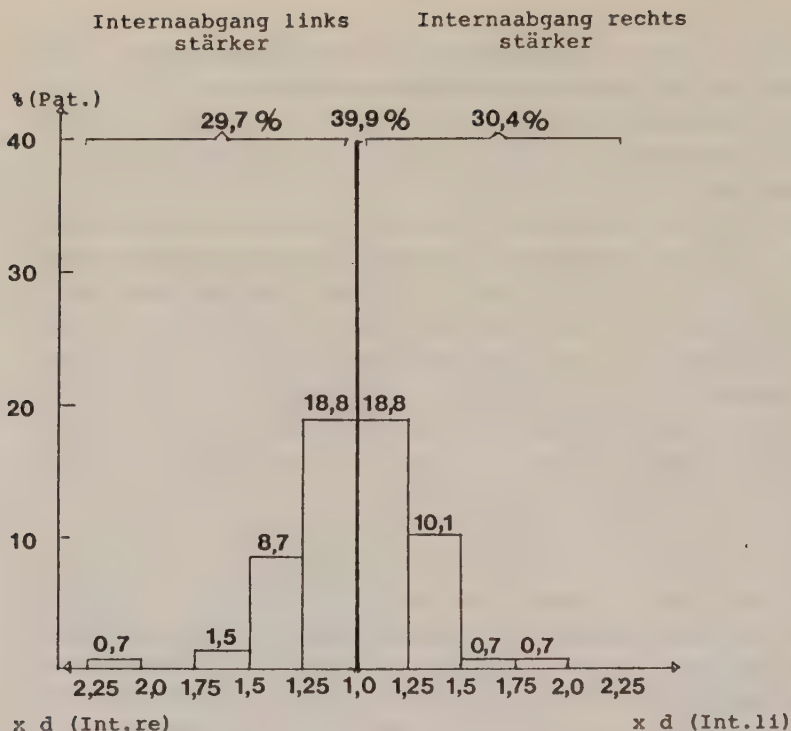


Abb. 8: Seitenvergleich der Durchmesser der A. carotis interna bei 138 Patienten

Der Grad der Erweiterungen läßt sich im Vergleich zum sonstigen Gefäßdurchmesser, der bei der Interna in ihrem gesamten Verlauf ziemlich konstant bleibt, gut beschreiben.

Da der Anteil der Bulbusformen an den Erweiterungen 90,6 % beträgt, entsprechen die Ergebnisse in etwa denen für Erweiterungen insgesamt. Danach bilden die mittelstark erweiterten Abgänge mit über 40 % die größte Gruppe. Bemerkenswert ist, daß 1/4 der Abgänge stark erweitert sind. Von den trichterförmigen Abgängen sind 1/6 leicht, 1/3 mittelstark und fast die Hälfte stark vergrößert.

Ein Unterschied der rechts- und linksseitigen Häufigkeitsverhältnisse ist nicht zu erkennen.

Tabelle 8: Grad der Erweiterung im Vergleich zum Durchmesser des Internastammes, aufgeschlüsselt nach Form und Seite (in %)

Grad der Erweiterung	Bulbusform			Trichterform			Ausweitungen insgesamt		
	re	li	Su.	re	li	Su.	re	li	Su.
leicht	29,5	32,8	31,2	15,0	18,8	16,7	28,0	31,6	29,8
mittel	45,8	42,8	44,2	40,0	31,2	36,1	45,1	41,9	43,5
stark	24,1	23,9	24,0	40,0	50,0	44,4	25,8	26,0	25,9
sehr stark	0,6	0,5	0,6	5,0	-	2,8	1,1	0,5	0,8
Zahl der Ag = 100 %	166	180	346	20	16	36	186	196	382

Der individuelle Seitenvergleich bei 132 Patienten mit beiderseitigen Bulbus- oder Trichterformen am Internaabgang ergibt, daß in 22,0 % (29 Pat.) der linke, in 27,2 % (36 Pat.) der rechte Abgang relativ stärker ist. Bei etwa der Hälfte der Patienten (50,8 %, 67 Pat.) sind die Erweiterungen relativ zum sonstigen Gefäßdurchmesser gleich stark.

Wie schon bei der Externa, läßt sich auch bei der Interna keine Beziehung zwischen Alter und Häufigkeit der verschiedenen Formen, wie den relativen Stärken der Erweiterungen herstellen.

c) craniale Abschnitte der Carotis communis

Zur genauen Beurteilung der oberen Abschnitte der Carotis communis, vor Aufteilung in die Interna und Externa, konnten 488 Angiogramme herangezogen werden.

Tabelle 9: Häufigkeit der verschiedenen Formen der Communis an der Teilung

Abgangsformen	rechte Seite		linke Seite		Insgesamt	
	Fallzahl	%	Fallzahl	%	Fallzahl	%
Zylinderform	113	46,9	91	36,8	204	41,8
bulbäre Form	32	13,3	25	10,1	57	11,7
Trichterform	96	39,8	131	53,1	227	46,5
Summe	241	100	247	100	488	100

Eine Weiterstellung des Gefäßes direkt vor der Bifurkation ist auf 284 Angiogrammen (58,3 %) vorhanden, hiervon vorwiegend eine trichterförmige Zunahme des Communisdurchmessers (46,5 %) gegenüber bulbären Formen (11,7%). 204 Angiogramme (41,8 %) zeigen die Communis vor der Aufteilung zylinderförmig gestaltet. (Abb. 9 a - c).

Im allgemeinen Seitenvergleich bieten die rechtsseitigen Communes mit 46,9 % um 10 % häufiger zylinderförmige Gefäßlumina gegenüber links, dagegen sind linksseitig Erweiterungen mit 63,2 % um 10 % häufiger anzutreffen als rechtsseitig.

Von den insgesamt 200 Patienten mit doppelseitigen Angiogrammen ließ sich im individuellen Seitenvergleich die Teilungshöhe der Carotis communis bei 193 untersuchten Patienten genauer beurteilen. Hierbei zeigten die cranialen Communisabschnitte folgende Formen:

Zylinderform beiderseits:	29,5 %	(57 Pat.)
Trichterform beiderseits:	30,1 %	(58 Pat.)
bulbäre Form beiderseits:	4,1 %	(8 Pat.)
unterschiedliche Formen :	36,3 %	(70 Pat.)

Ein Seitenvergleich der Durchmesser des cranialen Abschnittes der Carotis communis läßt sich nur bei Zylinder- und Bulbusformen vornehmen, da die trichterförmigen Weiterstellungen zumeist übergangslos auf die Interna und Externa sich erstrecken, ohne daß eine eindeutige Begrenzung der Communisauweitung zu erkennen ist. Der Durchmesser der rechten Communis ist bei beiderseitigen Zylinderformen deutlich weiter als links. 36,8 % der Zylinderformen sind rechtsseitig weiter, 19,3 % linksseitig weiter, 43,9 % zeigen rechts und links den gleichen Durchmesser. Eine Differenz der Weiten um mehr als das 1,25-fache zeigen nur 10,6 % der untersuchten Patienten.

Von den 8 Patienten, bei denen bulbäre isolierte Ausweitungen beiderseits gefunden wurden, besitzt 5 mal die rechte Seite den größeren Durchmesser.



9 a



9 b



9 c

Abb. 9 a - c:

Formen des cranialen
Communisabschnittes

- a - gerade (Zylinder-)Form
- b - bulbäre Form
- c - Trichterform

3. Beziehung zwischen Externa, Interna und Communis an einer Gabel

Nachdem die Gefäßverhältnisse jedes Astes für sich untersucht worden sind, sollen nun radioanatomisch erkennbare Zusammenhänge der Gefäße an jeweils einer Gabel erfaßt werden.

a) Vergleich von Abgangsformen und - durchmessern an einer Gabel

Zunächst werden die Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Abgangsformen dargestellt. In den 440 ausgewerteten Angiogrammen sind nur 10 % der Gabeln ohne Erweiterung. In 22,7% (100 Angiogramme) findet sich eine Bulbus- oder Trichterform, die rechts wie links meist (in 82 %) am Anfangsteil der Interna lokalisiert ist.

Bei etwa ein Drittel (139 Angiogramme, 31,6 %) sind die Ursprünge zweier Gefäße erweitert, davon bei 1/3 die von Externa und Interna, und bei 2/3 die von Interna und Communis. Letztere Kombination kommt links doppelt so häufig vor. Externa, Interna und Communis sind in etwa einem Drittel (35,9 %, 158 Angiogramme) gleichzeitig im Teilungsreich erweitert.

Anhand von 443 Angiogrammen konnten die Durchmesser von Externa und Interna an einer Gabel verglichen werden. In 70,7 % (313 Angiogramme) ist die Interna am Abgang weiter als die Externa. In 22,8 % (101 Angiogramme) sind beide Abgänge gleich weit. In nur 6,5 % (29 Angiogramme) ist der Externaabgang weiter. Die innere Kopfschlagader kann gegenüber der äußeren den 2,5-fachen Durchmesser erreichen, die äußere ist hingegen nie weiter als maximal der 1,5-fache Durchmesser der inneren. Ein signifikanter Unterschied zwischen rechter und linker Seite besteht nicht.

Berücksichtigt man bei diesem Vergleich die einzelnen Abgangsformen, so ergeben sich unterschiedliche Prozentwerte. Sind beide Abgänge gerade gestaltet, so ist die Interna in der Hälfte der Fälle stärker, die Externa in 5 %. In etwa 45 % sind beide Gefäßabgänge gleich stark. Bei Erweiterung an beiden Gefäßabgängen hat in 60 % die Interna den größeren Durchmesser, in 10 % die Externa. Ein erweiterter Internaabgang ist in 90 % stärker als ein gerader Externaabgang an derselben Gabel. In 11 Angiogrammen, in denen die A. carotis externa allein erweitert ist, ist dreimal die Externa, dreimal die Interna am Gefäßbeginn stärker, 5 mal sind beide gleich stark.

b) Lagebeziehung zwischen Externa, Interna und Communis

Über die Lagebeziehung von Externa und Interna lassen sich allein aus seitlichen Angiogrammen keine genauen Angaben gewinnen, da der dreidimensionale Raum nicht berücksichtigt werden kann. Die Untersuchung beschränkt sich deshalb darauf, festzustellen, ob die Externa ventral oder dorsal von der Interna entspringt oder ob sich die beiden Abgänge übereinanderprojizieren.

Vorwiegend (476 Angiogramme) liegt die Externa am Abgang facial der Interna.

In 24 Fällen (4,8 %) ist die Abgangsrichtung im seitlichen Bild ungewöhnlich. In 11 Angiogrammen (7 rechte, 4 linke) projizieren sich die Abgänge der beiden Arterien vollkommen übereinander, in weiteren 11 Angiogrammen (7 rechte, 4 linke) teilweise. Der Länge, auf der sich die beiden Arterien überlagern, schwankt zwischen einer halben und drei Wirbelkörperhöhen ab der Gabelung. 2 Externae entspringen dorsal von den Internae. Sie kreuzen erst nach einer und eineinhalb Wirbelkörperhöhen ab der Gabelung auf die ventrale Seite der inneren Kopfarterien.

Werden die Verlaufsrichtungen der Carotis interna und externa im Vergleich zum Communisstamm betrachtet, so setzt die innere Kopfschlagader nur selten (3,2 %) deren Verlauf fort, die äußere häufiger (19,8 %). In 42,8 % folgen beide Arterien dem Verlauf der Communis jeweils mit einer Abweichung von weniger als 15 Grad. In 35,2 % weichen beide Arterien deutlich von deren Richtung ab.

c) Form der Carotisgabel

Die Form der Carotisgabel, die Externa und Interna miteinander bilden, ist sehr vielgestaltig. ADACHI (1928) (3) unterschied zwei Gruppen, die schlanken und die bogenförmigen Gabeln. FALLER (1946) (9) nahm eine weitere Gruppe der Zwischenformen hinzu.

Diese drei Gruppen sind auch im eigenen Untersuchungsgut abzugrenzen. Die Hauptgruppen von ADACHI und FALLER werden zur genaueren Analyse der Gabelbildungen in Untergruppen unterteilt (Symbol = Sy.):

1. Schlanke Gabelform

- a. (Sy. #) Externa und Interna verlaufen gestreckt und parallel dicht nebeneinander nach cranial.
- b. (Sy. §) Externa oder/und Interna verlaufen leicht geschlängelt, doch nahezu parallel nebeneinander. Abstand der beiden Arterien voneinander unter 1/3-Wirbelkörperbreite.

2. Zwischenformen

- (Sy. Z) Externa und Interna weisen einen geraden, gestreckten Verlauf auf mit maximalem Abstand von 1/3-Wirbelkörperbreite in einer Länge von 1 bis 1,5 Wirbelkörperhöhen, um dann deutlich auseinanderzuweichen.

3. Bogenformen

- a. (Sy. ∪) Die Interna bildet einen Bogen nach dorsal, der sich über 1 - 1,5 Wirbelkörperhöhen erstreckt, die Externa verläuft ventral über eine Wirbelkörperhöhe gerade oder leicht geschlängelt.
- b. (Sy. ∩) Die Externa prägt die Form der Gabel durch einen deutlichen, nach ventral gerichteten Bogen, die Interna verläuft bis mindestens eine Wirbelkörperhöhe über der Teilung gestreckt nach cranial.
- c. (Sy. ∨) Interna und Externa gehen bogenförmig in entgegengesetzter Richtung (Interna nach dorsal, Externa nach ventral) vom Ursprung ab, wobei die Krümmungsscheitel nicht weiter als eine Wirbelkörperhöhe von der Bifurkation entfernt liegen.

In 485 ausgewerten Angiogrammen sind in etwa 40 % schlanke, in weiteren 40 % bogenförmige Gabeln zu finden, in knapp 20 % verschiedene Zwischenformen.

Bei den schlanken Formen verlaufen die beide Gefäße in der Hälfte der Fälle gestreckt, parallel zueinander, in der anderen Hälfte mit leichten Krümmungen nach oben.

Zwischenformen sind in 16,3 % (80 Angiogramme) ausgebildet. Ein gehäuftes Vorkommen auf der rechten oder linken Seite ist nicht festzustellen.

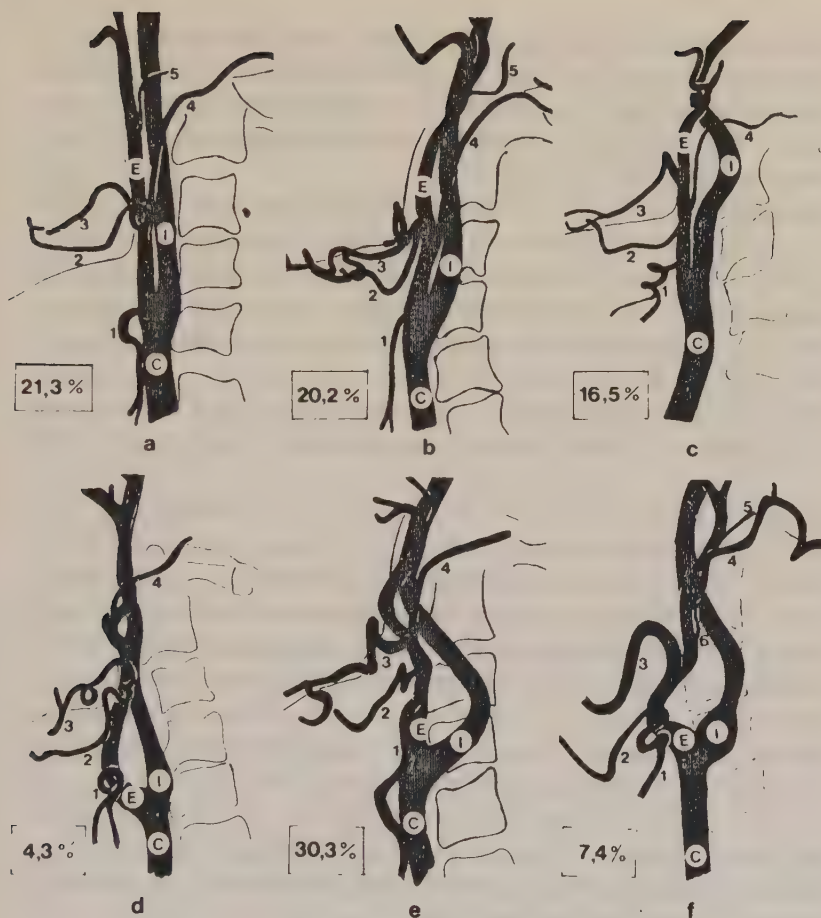


Abb. 10: Häufigkeit der einzelnen Gabelformen

SCHLANKE FORMEN

- a. gestreckt, parallel
- b. leicht geschlängelt

ZWISCHENFORMEN (c)

BOGENFORMEN

- d. Externabogen
- e. Internabogen
- f. Bogen von E. und I.

C = Communis

E = Externa

I = Interna

1. Thyreoidea

2. Lingualis

3. Facialis

4. Occipitalis

5. Auricularis post.

6. Pharyngea asc.

Die bogenförmigen Gabeln, 147 von 204 Angiogrammen, sind zu $\frac{3}{4}$ durch den Bogen der Interna geprägt, der in $\frac{4}{5}$ (118 Ag) eher s-förmig, in $\frac{1}{5}$ eher z-förmig verläuft. In $\frac{1}{6}$ aller Internabogenformen folgt die Externa dem nach hinten konvexen Bogen der Interna.

Lediglich zu $\frac{1}{10}$ (21 Ag von 204) bildet die nach vorn konvexe Krümmung der Externa das Charakteristikum der Gabel.

S- und z-förmige Krümmungen kommen im Verhältnis 4 : 1 vor. Sehr selten, nur in 4 Angiogrammen, weist die Interna sofort ab Abgang einen faciaalkonvexen Bogen auf mit parallelem Verlauf zur Carotis externa.

Deutlich entgegengesetzte Krümmungen von Externa und Interna sind in 17,6 %, $\frac{1}{6}$ der Bogenformen erkennbar.

Wird eine Winkelbestimmung zwischen Carotis externa und interna vorgenommen, so liegt in 25 % der Bogenformen ein Winkel unter 30° vor, der rechts häufiger als links vorkommt. In über der Hälfte der Bogenformen ist ein Winkel von 30 bis 60° zu messen, unter Bevorzugung der linken Seite. In weiteren 12,7 % ist der Winkel zwischen Externa und Interna 60 bis 90° , hierbei ist doppelt so häufig die rechte Seite betroffen, in 4,9 % liegt der Winkel zwischen 90 und 120° unter Bevorzugung der linken Seite.

Im Rechts-Links-Vergleich bei einem Patienten gehören die Gabelformen bei 69,1 % (von 191 Pat.) zur gleichen Gruppe, in 56,5 % sogar zur selben Untergruppe.

Gabelform und Abgangsform von Externa und Interna lassen ohne Seitenunterschied deutliche Zusammenhänge erkennen.

Während schlanke Gabel- und Zwischenformen zu jeweils etwa 60 % mit einem geraden Externaabgang korreliert sind, sind es bogenförmige nur zu etwa 40 %.

Innerhalb der Bogenformen werden mit zunehmendem Winkel zwischen den beiden Kopfschlagadern Erweiterungen häufiger.

Bei Winkeln bis 30° sind 50 % der Externaabgänge erweitert, bei Winkeln von 30 bis 60° bereits 60 %, bei Winkeln von 60 bis 90° 75 %. Zusätzlich finden sich bei größerer Spreizung auch gehäuft stärkere Erweiterungen.

Mit einem geraden Internaabgang sind entsprechend schlanke Gabeln und Zwischenformen häufiger korreliert (zu je 20 %) als bogenförmige (in 10 %).

Je weiter innerhalb der Bogenformen Externa und Interna auseinanderweichen, desto häufiger sind hier stärkere Erweiterungen erkennbar. Bei einem Winkel bis zu 30° sind knapp 20 %, bei einem Winkel von 30 bis 60° knapp 30 % und bei einem Winkel von 60 bis 90° bereits über 40 % stark erweitert.

Erwartungsgemäß steigt mit zunehmender Spreizung der Gefäßgabel die Anzahl der Ausweitungen an der Bifurkation.

Bei den schlanken (181 Ag) wie den Zwischenformen (73 Ag) sind noch zu rund 13 % alle 3 Gefäßabgänge zylinderförmig gestaltet und zu etwa 29 % eine, zwei oder drei Erweiterungen anzutreffen.

Dagegen sind lediglich 5 % der bogenförmigen Gabeln (185 Ag) ohne Erweiterung, 15 % mit einer, über 30 % mit zwei und über 45 % mit drei Erweiterungen kombiniert.

Dabei steigt auch hier mit zunehmender Ausprägung der Bogenform die Anzahl der Anschwellungen. Bei Winkeln bis 30° sind 30 % der Gabeln mit 3 Erweiterungen versehen, bei Winkeln von 60 bis 90° schon 60 %.

Die Höhe der Carotisbifurkation ist für die Form der Gefäßgabel mitentscheidend. Je weiter cranial die Carotisteilung liegt, desto häufiger werden bogige und um so seltener schlanke Gabelformen gefunden.

Alle 4 Gabeln auf Höhe des 6. Halswirbelkörpers verlaufen schlank und gestreckt nach oben.

Von der Teilungshöhe in Beziehung zum 5. bis 3. Halswirbel-

körper sinkt der Anteil der schlanken Gabelformen von 65 % auf etwa 20 % ab, wobei insbesondere die Untergruppe der schlanken gestreckten Gabeln seltener wird. Dagegen werden Zwischenformen auf der Höhe der Teilung des 3. und 4. Halswirbelkörpers gleich häufig gefunden, während der Anteil der Bogenformen von der Höhe des 5. Halswirbelkörpers von 20 % bis auf 60 % im Bereich des 3. Halswirbels zunimmt. Diese Tendenz läßt sich auch in den einzelnen Untergruppen verfolgen mit Ausnahme der Externabogenformen, deren Anzahl mit zunehmender Teilungshöhe abnimmt.

In Tabelle 10 sind die Beziehungen der Höhe der Carotisbifurkation mit der Form der Gefäßgabel aufgeschlüsselt.

Tabelle 10: Vergleich von Höhe mit Form der Carotisteilung
(Angaben in %-Werten)

Höhe d. Gabelung	Zahl d. Gabeln (=100%)	Schlanke Formen			Zwischen- formen Z		Bogenformen		
		#	§	S u m m e n			G	D	◇
HWK 2	7		1 Ag	1 Ag			1 Ag	2 Ag	3 Ag
HWK 3	199	6,5	14,6	21,1	20,1	58,8	4,0	43,7	11,1
HWK 4	224	29,0	25,0	54,0	14,3	31,7	4,1	23,2	4,4
HWK 5	51	41,1	23,5	64,6	15,7	19,7	6,0	11,7	2,0
HWK 6	4	4 Ag							

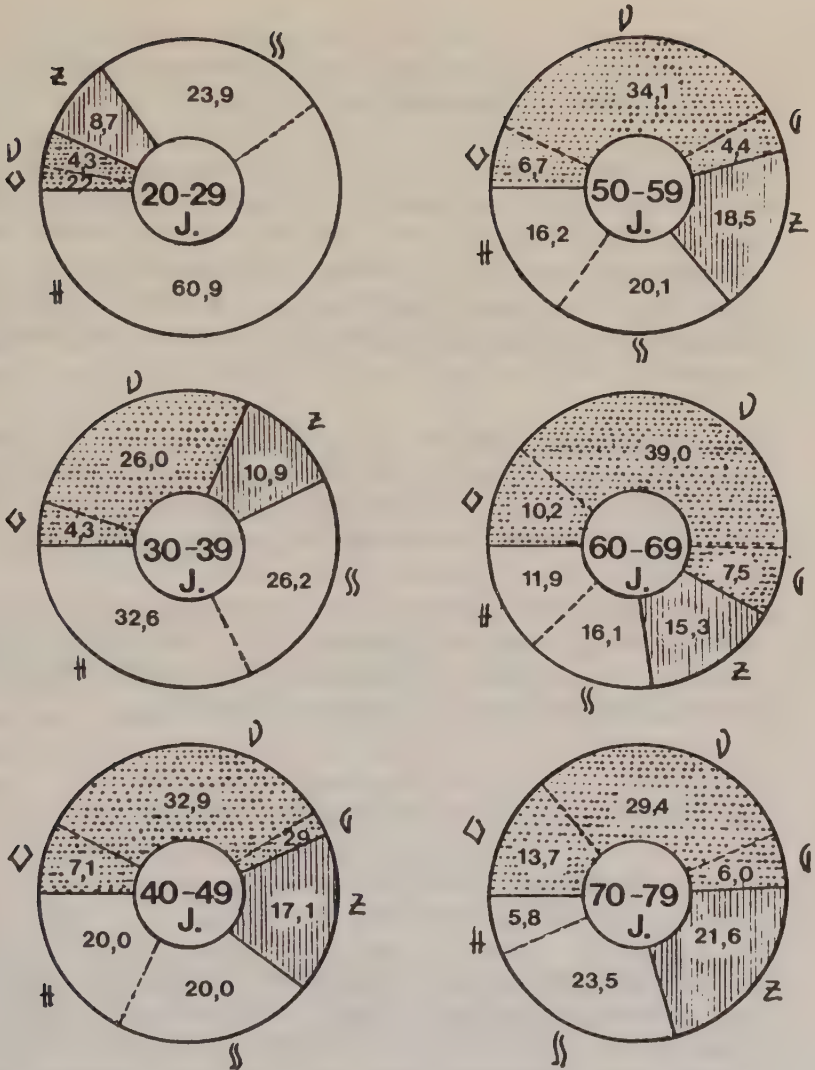


Abb. 11: Prozentuale Abhängigkeit der Gabelform vom Alter



Schlanke Form
Zwischenform
Bogenform

J = Jahre

Symbole s.S. 29/30

Der Anteil der einzelnen Gabelformen wurde auch in Hinblick auf das Lebensalter untersucht (Abb. 11).

In der Altersgruppe der 20 - 29-Jährigen verlaufen noch 84,8 % der Gabeln schlank, 60,9 % davon gestreckt und 23,9 % geschlängelt. Je höher das Alter ist, um so weniger schlanke Formen lassen sich finden, wobei besonders die gestreckten Formen rapide abnehmen (auf 5,8 % bei den 70- 79-Jährigen). In der Altersstufe über 80 ist im eigenen Untersuchungsgut keine schlanke Form vorhanden.

Die Bogenformen nehmen von 6,5 % bei den 20 - 29 -Jährigen auf über 50 % bei den 60 - 69 -Jährigen zu. Die Häufigkeit der Formen mit einem dorsalkonvexen Bogen der Interna und geradem, gestreckten Externabeginn bewegt sich in allen Altersstufen über 30 Jahren relativ konstant im 20 - 30 %-Bereich. Gruppen mit ausgeprägtem Externabogen und parallel vom Abgang weg verlaufende Externa- und Internabögen werden zumeist erst ab dem 50. Lebensjahr festgestellt. Zwischenformen werden im höheren Lebensalter häufiger.

4. Abgänge von Externaästen im Bereich der Gabel

a) ventrale Gruppe

Arteria thyreoidea superior

Die A. thyreoidea superior (Thyreoidea) entspringt meist in unmittelbarer Nähe der Carotisteilungsstelle. Sie zieht im Bogen nach vorne abwärts zum oberen Pol des Schilddrüsenlappens und verzweigt sich auf dessen Vorderseite. Ein Zweig, die A. laryngea superior, geht vorher zum Kehlkopf ab. Dieser Ast kann als Variante auch selbständig aus der Externa entspringen.

Im vorliegenden angiographischen Material ist die Thyreoidea 493 mal zur Beurteilung ausreichend dargestellt.

In 470 Angiogrammen (95,3 %) entspringt die Thyreoidea als selbständiges Gefäß, in 4,7 % (23 Ag) als Truncus, entweder mit der Lingualis allein (in 3,9 % = 19 Ag), oder zusammen mit Lingualis und Facialis (in 0,8 % = 4 Ag).

In Bezug zur Halswirbelsäule entspringen die meisten selbständigen Aa. thyreoideae in Höhe von HWK 3 und 4 (41,0 % und 50,7 %). 9 % gehen auf Höhe von HWK 2 ab und 7,4 % auf Höhe HWK 5.

Weiterhin wurde der Abstand der Thyreoidea von der Bifurkation (der obere Schnittpunkt von Externa und Interna wurde als Nullpunkt gewählt) gemessen. Als Maßeinheit gelten 0,5 Wirbelkörperhöhen (WKH). (Tab. 11)

Insgesamt entspringen über die Hälfte der oberen Schilddrüsenarterien aus der Externa, zumeist nicht weiter als 0,5 WKH oberhalb der Teilung. Selten (in 7,5 %) liegen die Abgänge höher, nie weiter als 1,5 WKH, also ungefähr 2 bis 2,5 cm, von der Bifurkation entfernt.

Etwa 1/8 aller Thyreoideae geht deutlich aus der Communis ab; dabei beträgt die Entfernung von der Gabelung maximal 2 WKH, meist jedoch nicht mehr als 1 WKH.

1/3 aller gesonderten Thyreoidea-Ursprünge liegt im Gabelbereich. Dazu zählen die Arterien, die aus dem Teilungswinkel selbst abgehen, wie auch die Gefäße, die in geringem Abstand unmittelbar unterhalb davon entspringen, wo eine eindeutige Zuordnung zu Communis oder Externa schlecht möglich ist (Abb. 15 a - c).

Das Ursprungsverhalten wurde auch im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede untersucht. Es ergeben sich für Mann und Frau dieselben Häufigkeiten.

Insgesamt liegt somit die Mehrzahl der Abgänge (87,4 %) in einem Bereich von 0,5 Wirbelkörperhöhen um die Gabelung.

Innerhalb der Teilbereiche über und unter der Teilungsstelle wird jedoch ein unterschiedliches Seitenverhalten deutlich. Gehen rechts rund 2/3 der Thyreoideae oberhalb der Gabelung ab, sind es links nur 2/5. Im Gabelbereich und aus der Communis entspringen links deutlich mehr Äste als rechts. Die Ursprünge der oberen Schilddrüsenarterie liegen also rechts durchschnittlich höher im Vergleich zur Teilungsstelle als links (Tab. 11).

Tabelle 11: Abstand des Thyreoidea-Ursprungs von der Bifurkation, aufgeschlüsselt für rechte und linke Seite. (GB = Gabelbereich, χ = Teilungswinkel)

WKH	rechts 232 Ag = 100%		links 238 Ag = 100%		insgesamt 470 Ag = 100%	
E 1,5—		66,4		43,3		54,7
X 2,1—	2,1		0,8		1,5	
T 1,0—	8,2		3,8		6,0	
R 0,5—	56,0		38,7		47,2	
N A						
GB χ	10,8	26,3	18,5	37,4	14,7	31,9
unterhalb des χ	15,5		18,9		17,2	
C 5,2—	5,2	7,3	10,9	19,3	8,1	13,4
O 0,5—	0,9		7,1		4,0	
M 1,0—	0,9		1,3		1,1	
U 1,5—	0,4		—		0,2	
N I						
S 2 —						

Bei 196 Patienten konnten die Thyreoideae beider Seiten miteinander verglichen werden. Beide Äste entspringen in 3,2 % (65 Pat.) aus der Externa, in 10,7 % (21 Pat.) im Gabelbereich und in 3,1 % (6 Pat.) aus der Communis.

Bei 162 Patienten mit Angiogrammen gleicher Vergrößerung entspringen 35,2 % (57 Pat.) im gleichen Abstand von der Gabel. In 17,9 % (29 Pat.) liegt der Abgang links höher, in 46,9 % (76 Pat.) rechts höher in Bezug zur Teilungsstelle.

Es wurde nun untersucht, ob die Höhe der Carotisbifurkation das Abgangsverhalten der Thyreoidea beeinflusst (Abb. 12). Danach liegen die Ursprünge der Thyreoidea umso tiefer, je höher die Teilung liegt.

In den 4 Fällen, in denen sich die Communis auf Höhe von HWK 6 teilt, entspringen alle Thyreoideae oberhalb der Teilung. Bei Gabeln in Höhe von HWK 3 bis 5 nimmt der Anteil der darüber abgehenden Thyreoideae rechts von über 80 % auf etwas über 50 % ab, links von etwa 65 % auf über 20 %. Dementsprechend werden die Ursprünge im Gabelbereich und darunter mit höher gelegener Teilung häufiger.

Bezogen auf dieselbe Bifurkationshöhe liegen damit die linksseitigen Astabgänge häufig tiefer als die der rechten Seite.

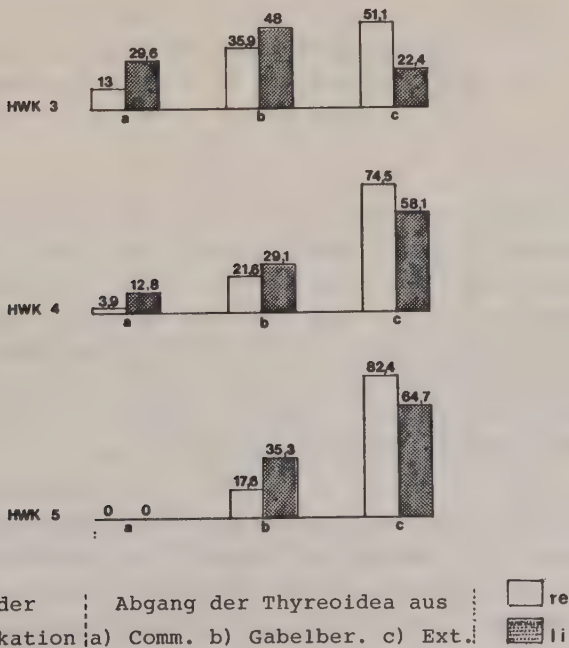


Abb. 12: Beziehung von Abgang der Thyreoidea zur Höhe der Bifurkation mit Seitenvergleich (in %)

Um einen Eindruck von der Stärke des Gefäßes zu erhalten, wurde der Durchmesser sowohl mit der Communis, der zugehörigen Externa, als auch mit dem Gefäß der anderen Seite verglichen (Tab. 12). Bei Truncusbildungen wurde der Durchmesser im Einzelgefäß bestimmt. Der Durchmesser der Thyreoidea schwankt zwischen der 0,1 $\rightarrow$ 0,75-fachen Communisstärke. In 70,9 % liegt er im Bereich des 0,2 $\rightarrow$ 0,4-fachen, in über 95 % im Bereich des 0,1 $\rightarrow$ 0,5 - fachen Communisdurchmessers. Hierbei sind keine Unterschiede festzustellen, gleich ob das Gefäß aus der Communis, aus dem Gabelbereich oder aus der Externa, noch, ob es auf rechter oder linker Halsseite entspringt.

Tabelle 12: Vergleich des Thyreoidea-Durchmessers am Abgang mit dem Kaliber des Communisstammes und der Externa (%)

Quotient	Thyreoidea-/Communis- Durchmesser (475 Ag)	Thyreoidea-/Externa- Durchmesser (466 Ag)
0,1 $\rightarrow$ 0,25	32,6	4,7
0,25 $\rightarrow$ 0,5	63,0	51,3
0,5 $\rightarrow$ 0,75	4,2	30,3
0,75 $\rightarrow$ 1	0,2	9,9
1	-	3,6
$\rightarrow$ 1 $\rightarrow$ 1,25	-	0,2

Ebenfalls wurde der Durchmesser der Thyreoidea mit dem Externakaliber unmittelbar oberhalb des Thyreoideaabgangs bestimmt. Entspringt der Ast aus einer Erweiterung, wurde der Durchmesser der Externa nach der Erweiterung zum Vergleich herangezogen (Tab. 12). In ungefähr der Hälfte der Fälle

mißt die Thyreoidea 0,25 < 0,5-fache der Externastärke, in etwa 1/3 liegt ihr Durchmesser zwischen dem 0,5 < 0,75-fachen der Externa. In 3,6 % sind beide Äste gleich stark und in einem Angiogramm (0,2 %) ist die Thyreoidea 1,25 mal so groß wie die Externa.

Bei 154 Patienten konnten die Durchmesser des Gefäßes auf beiden Seiten verglichen werden.

In 29,5 % (46 Pat.) sind rechte und linke Thyreoidea gleich groß, in 26,9 % (42 Pat.) ist die Thyreoidea links größer und in 43,6 % (68 Pat.) ist die Thyreoidea rechts größer.

Die Thyreoidea wird zur ventralen Gruppe der Externaäste gezählt. In dem untersuchten Material kommen 26 mal ungewöhnliche Ursprünge vor:

In 26 Angiogrammen (12 rechte und 14 linke) entspringt das Gefäß seitlich aus der Externa. Davon bilden 2 Äste einen Bogen nach dorsal, 2 weitere gehen als Truncus mit der Lingualis ab.

Eine doppelt angelegte Thyreoidea bzw. eine selbständig entspringende Laryngea superior wird in 24 der 500 Angiogramme sichtbar (4,8 %). Dieses Gefäß geht immer aus der Externa ab. Es ist meist deutlich schmaler als die Thyreoidea selbst und entspringt oberhalb von dieser. Es ist bis zu 1,5 WKH von der Teilung entfernt, am häufigsten beträgt der Abstand seines Ursprungs zwischen 5 mm und 1 HWK (ungefähr 20 mm). Bei einem Patienten ist dieser zusätzliche Ast beiderseits vorhanden.

Arteria lingualis

Als zweiter ventraler Ast nach der Gabel geht in der Regel die A. lingualis ab. Sie gelangt hinter der Spitze des großen Zungenbeinhorns in die Zunge, bedeckt vom M. hyoglossus. Nahe der Zungenunterfläche verläuft sie zur Zungenspitze und gibt dabei Äste ab. Im Trigonum caroticum zweigt nur ein unbedeutender Ast, der R. hyoglossus, ab (nach LANZ 1955 (25)).

Je 246 Angiogramme rechts und links wurden in die Auswertung einbezogen. In 72,4 % (356 Ag) entspringt sie selbstständig, in 3,9 % (19 Ag) zusammen mit der Thyreoidea, in 23 % (113 Ag) zusammen mit der Facialis und in 0,8 % (4 Ag) mit beiden.

Rechte und linke Seite unterscheiden sich nicht bezüglich Truncusbildung, wie auch bezüglich der Abstände von der Teilungsstelle.

In über 60 % (113 Ag) entspringt die Lingualis im Bereich von 0,5 - 1,5 Wirbelkörperhöhen cranial der Gabel (Abb. 13, 16 c).

Direkt aus dem Teilungswinkel kommen 0,6 % (5 Ag links).

Für den individuellen Seitenvergleich konnten die Angiogramme von 103 Patienten herangezogen werden. Ausschließlich der Trunci finden sich die Lingualisabgänge in:

- 31,1 % (32 Pat.) gleich weit von der Gabel entfernt, bei
- 39,8 % (41 Pat.) liegen die Linguales rechts, bei
- 29,1 % (30 Pat.) liegen sie links weiter cranial von der Teilungsstelle entfernt.

Vom streng ventralen Abgang abweichend seitlich entspringt die Lingualis in über 1/4 (27,8 %) der selbstständigen 356 Abgänge, davon in 17,5 % rechts, in 38 % links.

Truncusbildungen

Die 19 Trunci thyreo-linguales liegen meist weniger als 0,5 WKH von der Bifurkation entfernt. Davon entspringen 11 aus der Externa. Nur 1 Truncus ist mehr als 1 WKH von der Teilung entfernt.

Aus dem Teilungswinkel gehen 4 Trunci (links) ab, aus dem Gabelbereich knapp unterhalb davon weitere 4 (rechts).

Die Trunci linguo-faciales entspringen immer oberhalb der Gabel, wobei der Gipfel der Häufigkeitskurve (Abb. 13) im Bereich von $1 < 1,5$ WKH und damit zwischen den Spitzenwerten von Lingualis und Facialis liegt.

Kommt auf einer Seite ein Truncus linguo-facialis vor (bei 69 Pat.), so findet sich in 1/5, 20,3 % (14 Pat.) ebenfalls auf der anderen Seite einer. Bei 4 Patienten gehen sie im gleichen Abstand von der Teilung ab, bei 9 Patienten sind sie rechts, bei einem links weiter entfernt.

Gesonderte Ursprünge der Facialis auf der anderen Seite liegen meist weiter von der Gabel entfernt.

Der Truncus linguo-facialis entspringt in 113 Angiogrammen 15 mal (13,3 %) eher seitlich.

3 der 4 Trunci thyreo-linguo-faciales finden sich auf der rechten Seite, davon entspringen 2 (1 rechts, 1 links) im Gabelbereich, 1 direkt cranial der Bifurkation und 1 mehr als 1,5 WKH darüber.

Arteria facialis

Die A. facialis geht immer oberhalb der A. lingualis, meist als ventraler Ast über der Gabel ab. Sie zieht in Richtung Mundboden und umschlingt die Glandula sublingualis in einem großen S-förmigen Bogen (LANZ 1955 (24)). Dann steigt sie vom Ansatz des M. masseter über den Rand der Mandibel zum Gesicht auf.

499 mal ist der Abgang gut beurteilbar. In 76,55 % (382 Ag) entspringt sie allein aus der Externa, sonst als Truncus (s. S. 44).

Aus dem Gabelwinkel selbst geht die Facialis in keinem Angiogramm ab. In 1,6 % (6 Ag) liegt ihr Ursprung weniger als 0,5 Wirbelkörperhöhen von der Teilung entfernt, (rechts in 0,5 %, links in 2,6 %), in 12 % (rechts 8,4 %, links 15,6 % in einem Abstand von $0,5 < 1$ WKH von ihr.

Am häufigsten finden sich die Abgänge mit 69,9 % (rechts 74,7 %, links 65,1 %) im Abstand von $1 < 2$ WKH oberhalb der Gabel (Abb. 13).

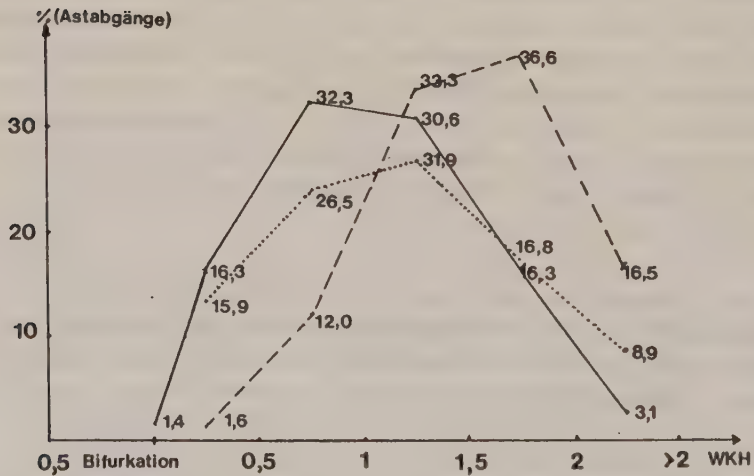


Abb. 13: Abstände (in WKH) der Ursprünge von Lingualis, Facialis und Truncus ling.-fac. von der Bifurkation (in %)

—	Lingualis	356 Ag = 100%
- - -	Facialis	382 Ag = 100%
.....	Truncus ling.-fac.	113 Ag = 100%

Gegenüber der linken Seite besteht rechts eine angedeutete Verschiebung der Ursprungshäufigkeiten zu größeren Abständen von der Carotisgabel.

Im individuellen Seitenvergleich bei 111 Patienten liegen die Facialisursprünge in 22,5 % (25 Pat.) im gleichen Abstand von der Gabel. In 44,2 % (49 Pat.) sind die Ursprünge auf der linken Seite von der Bifurkation weiter entfernt, in 33,3 % (37 Pat.) auf der rechten Seite.

Setzt man die Abstände der Facialisursprünge mit der Höhe der Gabelung in Beziehung, so ergibt sich wie schon bei der Thyreoidea:

Mit zunehmender Höhe der Bifurkation nimmt der Abstand von ihr durchschnittlich ab. Bezogen auf Teilungen in Höhe desselben Wirbelkörpers gehen die Faciales der linken Seite prozentual häufiger in geringerem Abstand von der Gabel ab als auf der rechten. Da die Lingualis immer unterhalb der Facialis entspringt und ihre Häufigkeitskurve nur um 0,5 WKH hin zu kleineren Abständen verschoben ist, gilt für sie das gleiche.

In 13 Fällen (2 rechte, 11 linke) weist die Facialis einen ungewöhnlichen Abgang auf, der seitlich der Externa gelegen ist (3,4 %).

b) mediale und dorsale Gruppe Arteria pharyngea ascendens

Die A. pharyngea ascendens entspringt entweder selbständig medial aus der Externa oder geht als Ast aus der A. occipitalis ab. Da sie zudem sehr schlank ist und parallel zu und teilweise verdeckt von der Externa im Spatium parapharyngicum zur Schädelbasis aufsteigt, ist sie angiographisch oft nicht eindeutig zu diagnostizieren (in 302 der 500 Angiogramme = 60,4 %). Mit ihren Ästen versorgt sie die Rachenwand, Tonsilla palatina, Tuba auditiva, sowie die

praevertebrale Faszie. Einer ihrer Endäste, die A. meningea posterior zieht durch das Foramen jugulare zur Dura und Diploe der hinteren Schädelgrube (nach FRICK 1978 (11)).

In 65,2 % (197 Ag) entspringt das Gefäß selbständig. Aus dem Gabelwinkel kommt es dabei in 14,2 % (43 Ag), davon in 6 Fällen zusammen mit der Thyreoidea (Abb. 16 a). In 50 % (151 Ag) aller dargestellten Äste geht sie aus der Externa ab mit einem Häufigkeitsgipfel zwischen 1 $\leq$ 1,5 Wirbelkörperhöhen oberhalb der Teilungsstelle (Abb. 14). 1/5 aller Pharyngeae gehen dabei weniger als 1 WKH von der Bifurkation entfernt ab. In 1 % (3 Ag) ist die Pharyngea ein Ast der Interna.

In 34,8 % entspringt die Pharyngea aus anderen Externa-Ästen, in 2 Fällen aus der Lingualis, in einem Fall aus dem Truncus linguo-facialis. Ansonsten geht sie aus der Occipitalis ab, in 24,2 % allein, in 9,6 % zusammen mit der Sternocleidomastoidea.

Im Rechts-Links-Vergleich werden Unterschiede deutlich. Mit 41,1 % (66 Ag) sind rechts Trunci der Pharyngea häufiger als links mit 28,1 % (40 Ag). Dafür entspringen links über die Hälfte der Äste aus der Externa direkt (55,5 %), während rechts nur 45,0 % einen solchen Abgang aufweisen. Aus der Gabel entspringt das Gefäß aus beiden Seiten etwa gleich häufig rechts in 13,3 %, links in 15 %.

Im individuellen Seitenvergleich bei 75 Patienten gehen beide Pharyngeae in 16 % aus der Occipitalis ab, in 4 % aus der Gabel und in 32 % aus der Externa.

Von 44 Patienten (gleich vergrößerte Bilder, beiderseits Pharyngeae vorhanden) haben 25 % (11 Pat.) Pharyngeae, die im gleichen Abstand von der Teilung entspringen. Bei 31,8 % (14 Pat.) liegt der linke Astabgang, bei 43,2 % (19 Pat.) der rechte weiter cranial davon.

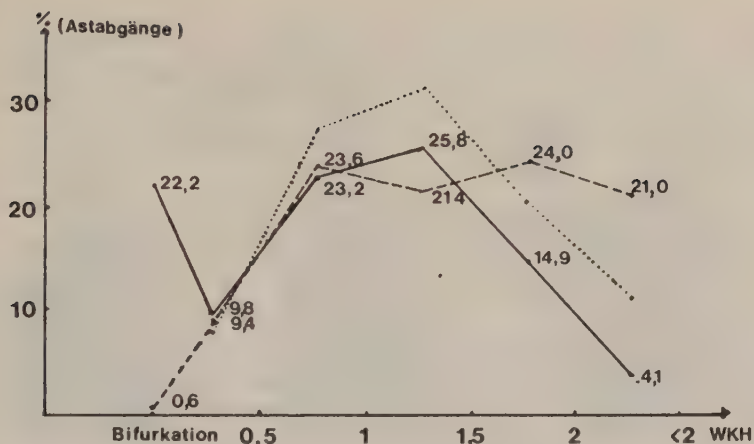


Abb. 14: Abstände (WKH) von Pharyngea ascendens und Occipitalis von der Bifurkation (in %)

---	Occipitalisabgänge insgesamt	467 Ag = 100 %
.....	Occipitales mit Pharyngea-	
	abgängen	102 Ag = 100 %
—	selbst. Pharyngeaabgänge	194 Ag = 100 %

Arteria occipitalis

Die A. occipitalis geht aus der Dorsalseite der Externa hervor, meist im oberen Bereich des Carotisdreiecks. Sie läuft unter dem hinteren Bauch des M. digastricus zum Hinterhaupt, wo sie sich unter der Haut in ihre Endzweige aufteilt. Sie versorgt die Kopfschwarte, Diploe und Dura der hinteren Schädelgrube, die Cellulae mastoideales, die Hinterfläche der Ohrmuschel, den M. sternocleidomastoideus, sowie andere Muskeln in der Umgebung. A. pharyngea (s.o.), A. auricularis und A. sternocleidomastoidea gehen oft von ihr ab.

In 93,4 %, rechts 235 mal, links 232 mal, war die Occipitalis beurteilbar. Bis 2 Wirbelkörperhöhen von der Bifurkation entfernt entspringt das Gefäß in den einzelnen Bereichen von jeweils 0,5 WKH in einer Häufigkeit von je 20 %.

Aus der Gabel selbst kommt die Occipitalis in 3 Angiogrammen links (0,6 % insgesamt), davon in einem Angiogramm zusammen mit der Thyreoidea (Abb. 16 b).

In 9,4 % (44 Ag) liegt ihr Abgang bis zu 0,5 WKH oberhalb der Teilung. Damit liegen 1/3 aller Occipitalisursprünge in einem Bereich bis zu 1 WKH cranial der Bifurkation.

Vergleicht man das Abgangsverhalten aller Occipitales, aus denen Aa. pharyngeae abgehen, mit dem der einzeln entspringenden Äste (in Beziehung zur Gabel), so ergibt sich eine von der Gesamtheit der Occipitalisabgänge abweichende Häufigkeitsverteilung, die eher dem Abgangsverhalten der Pharyngea in Beziehung zur Bifurkation entspricht.

Die summarische Gegenüberstellung beider Seiten zeigt keinen Unterschied. Im individuellen Seitenvergleich bei 157 Patienten befinden sich in 27,4 % (43 Pat.) beide Äste gleich weit von der Gabel entfernt, in 37,6 % (59 Pat.) hat die rechte Seite den größeren Abstand, in 35,0 % (55 Pat.) ist die linke Seite von der Gabel weiter entfernt.

In 1,2 % (6 Ag) liegt der Abgang eher seitlich.

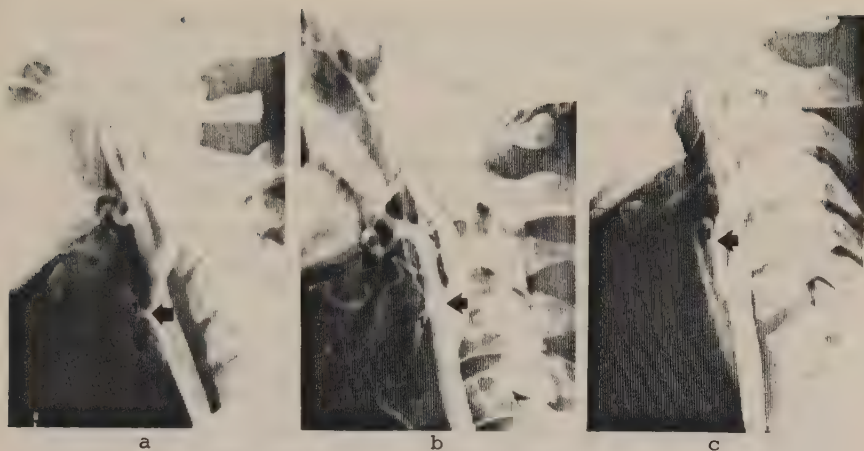


Abb. 15 a - c: Ursprünge der A. thyreoidea superior (1)

- a. aus der Carotis communis
- b. aus der Carotidbifurkation
- c. aus der Carotis externa

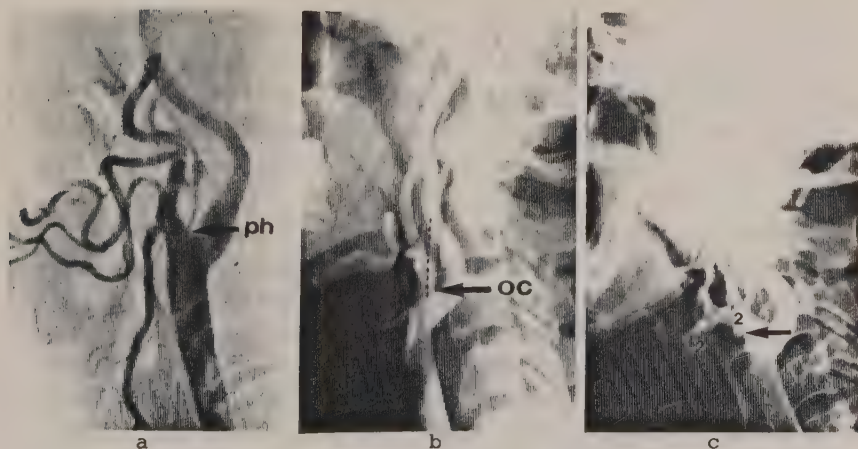


Abb. 16 a - c: Ursprünge von Ästen der A. carotis externa aus dem Gabelbereich

- a. A. pharyngea ascendens (ph)
- b. A. occipitalis externa (oc),
- c. A. lingualis (2)

IV. DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER RADIOANATOMISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Anhand von 500 Angiogrammen von Patienten im Alter von 15 - 89 Jahren wurden die Gefäßverhältnisse an der Carotis-
teilung untersucht. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, Abhängigkeiten der einzelnen Merkmale sowohl untereinander, als auch vom Alter, und Zusammenhänge von rechter und linker Seite zu erfassen.

Zunächst wurde die Höhe der Carotisteilung untersucht, die in 1,4 % auf HWK 2, in 41 % auf HWK 3, 46,4 % auf HWK 4, in 10,4 % auf HWK 5 und in 0,8 % auf HWK 6 liegt. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von HÖRMANN (1982) (15) und KRAYENBÜHL (1965) (19) in etwa überein. Bei anderen radiologischen Untersuchungen (SMITH 1979) (39) und anatomischen Studien (ADACHI 1928) (3) sind Teilungen auf HWK 4 häufiger vertreten. Übereinstimmend mit den Ergebnissen von LANZ (1955) (24) teilen sich die Communes am häufigsten in Höhe des 3. und 4. Halswirbelkörpers. Wie auch bei MC AFEE (1953) (29) liegen in den eigenen 500 Angiogrammen keine Bifurkationen eindeutig oberhalb des Kieferwinkels. Wird z.B. eine Punktion in Höhe des Kieferwinkels vorgenommen, so trifft man damit in den meisten Fällen auf die bereits isoliert verlaufende Interna.

Die höchste Teilung liegt in dem untersuchten Material zwischen HWK 1 und 2, die tiefste in Höhe des unteren Wirbelkörperanteils von HWK 6. Diese Teilungshöhen beschrieb ebenfalls ADACHI (1928) (3) in seinem Sektionsgut. Im Gegensatz zu LANZ (1955) (24), der das Vorhandensein noch tieferer Gabelungen nicht feststellte, hat KRAYENBÜHL (1965) (19) Teilungen auf HWK 7 gefunden. VITEK (1973) (42) beschrieb 2 Fälle mit Teilung in Höhe des 3. Brustwirbels. Laut ALTMANN (1947) (4) können Interna und Externa sogar direkt aus der Aorta entspringen.

Die Ursache für den tiefen Abgang wird einerseits in der embryonalen Entwicklung gesucht (VITEK 1973) (42).

Abnorm hohe Teilungen lassen sich ebenfalls entwicklungsgeschichtlich erklären. Im Laufe der Embryonalzeit kommt es nach AARON (1967) (2) zu einem Abstieg und damit einer Streckung der Carotisgabel, unterbleibt er, resultiere daraus eine hohe Teilung im Erwachsenenalter.

Andererseits gibt es die Auffassung, daß mit zunehmendem Alter ein Abstieg der Gabel zu verzeichnen sei (LANZ 1955) (24). In Übereinstimmung mit ADACHI (1928) (3) und HÖRMANN (1982) (15) ergibt sich diese Altersabhängigkeit in der vorliegenden Studie nicht. Auffällig ist allerdings, daß nach KRAUS (1982) (18) die Teilungen bei Kindern höher liegen. Das unterstützt die Annahme von KRAUS, daß eine Verlagerung der Gabel, falls überhaupt, im Kindesalter erfolgen muß.

Zeigt die Gabelhöhe wie bei ADACHI (1928) (3) keine geschlechtsspezifischen Unterschiede, so sind sie jedoch im Seitenvergleich festzustellen. In 51 % liegt die linke Gabel eines Patienten höher als die rechte, in 25,5 % ist die rechte Gabel höher zu lokalisieren. Dasselbe Ergebnis erzielten SMITH (1979) (39) und AARON (1967) (2). Im Widerspruch dazu stellten ADACHI (1928) (3) und LANZ (1955) (24) keine Seitendifferenzen fest, nach GYÖRGY (1972) (12) liegt die rechte Gabel häufiger höher.

In der Analyse der die Gabel bildenden Gefäße liegt normalerweise die Externa am Abgang ventromedial der Interna. Doch auch die Lagebeziehung weist Variationen auf, die von JAZUTA (zit. nach FALLER 1946) (9)) anatomisch, von SMITH (1979) (39) und TEAL (1973) (40) jeweils radiologisch erfaßt wurden. SMITH fand in 1 % links, in 7 % rechts eine laterale Externa, TEAL in 5,2 % links, in 17,6 % rechts. Unter dem Aspekt, den TEAL anschnitt, daß in der seitlichen Aufnahme übereinander projizierte Externa und Interna auf eine lateral verlaufende Externa hinweisen, sind in eigenen Auswertungen 7 mal rechtsseitig und 4 mal linksseitig laterale

Externapositionen vorhanden. Auch hier zeigt sich eine Präferenz der rechten Seite. Erklärt wird das ungewöhnliche Ursprungsverhalten mit einer axialen Rotation der Gabel während der Embryonalzeit (LIE 1968) (27). Das ungleich häufigere Vorkommen dieser Lagevariante auf der rechten Seite könnte nach einer Hypothese nach SMITH (1979) (39) durch die asymmetrische Evolution der mehr proximal gelegenen Teile des Branchialarteriensystems bedingt sein.

Eine bulbäre Erweiterung an der Teilungsstelle, der Sinus caroticus, wird in der Literatur oft beschrieben. Die Trichterform, als Sonderform der erweiterten Abgänge wird z.B. bei ADACHI, FALLER nicht erwähnt. Sie kann zustandekommen durch reelle Gefäßabnahme auf kurzer Strecke oder dadurch, daß die Externa vom Abgang weg stark nach medial- und damit weiter von der Bildebene entfernt- gerichtet ist. Dadurch entstünde in der seitlichen Projektion der Eindruck einer Gefäßverjüngung.

Die Trichterform ist in nahezu 20 % am Externaabgang zu finden, der insgesamt in der Hälfte der Fälle erweitert, in der anderen Hälfte gerade gestaltet ist. Die Interna ist in 85 % erweitert; hier ist eine Trichterform mit 8 % sehr selten. Die Abgangsformen bei einem Patienten stimmen mit 75 % häufiger bei der Interna als bei der Externa mit 60 % überein. Die Durchmesser der Externae entsprechen sich bei einem Patienten in 30 %, die der Interna in 40 %, damit weniger häufig als in den röntgenanatomischen Untersuchungen des Gefäßsystems von GYÖRGY (1972) (12)), der immerhin in 60 % im direkten Seitenvergleich gleichweite Interna angab. In 90 % findet sich im eigenen Untersuchungsgut mindestens eine Erweiterung pro Gabel. ADACHI findet sie in 80 %, FALLER etwas seltener in 67 %.

Die Häufigkeiten für die einzelnen Kombinationen von Erweiterungen an einer Gabel sind in etwa mit den Ergebnissen von FALLER (1946) (9) vergleichbar. Nach ADACHI (1928) (3) liegt die Hauptanschwellung am häufigsten am Internaabgang, was mit eigenen Messungen, in denen die Erweiterung relativ zum sonstigen Gefäßdurchmesser bestimmt wurde, übereinstimmt. Absolut gesehen hat die Communisanschwellung meist (in 84 %) den größten Durchmesser.

Die Feststellung nach LANZ (1955) (24), daß Externa- und Internastämme am Abgang gleich weit seien, und die Behauptung nach PERNKOPF (1957) (23), daß zunächst die Externa dünner als die Interna, mit zunehmendem Alter jedoch gleich stark sei, läßt sich nach eigenen Ergebnissen nicht bestätigen. Danach bleiben die Prozentwerte in allen Altersstufen gleich, wonach die Externa in 62,5 % dünner, in 27,4 % gleich und nur in 10,1 % weiter als die Interna am Abgang ist. In der Röntgenanatomie von GYÖRGY (1972) (12) wird die Interna in 90 % stärkerkalibrig als die Externa beschrieben.

Eine Altersabhängigkeit der Erweiterungen, die nach ADACHI (1928) (3) mit zunehmendem Alter häufiger und stärker werden, ist in dem untersuchten Material nicht deutlich geworden.

Die Form der Gabel unterteilten FALLER (1946) (9) und ADACHI (1928) (3) in drei Hauptgruppen, deren Häufigkeiten mit eigenen Ergebnissen verglichen werden:

		FALLER	ADACHI	HIMMER
- Bogenformen	(%)	50	27,4	42,1
- spitzwinklige Formen	(%)	38	20,2	41,5
- Zwischenformen	(%)	12	52,4	16,5

Die unterschiedlichen Prozentwerte kommen durch Zuordnung zu verschiedenen definierten Gruppen zustande. Hierbei bestehen zwischen rechter und linker Seite wie bei ADACHI (1928) (3) keine Differenzen.

Die bogenförmigen Gabeln wurden je nach Krümmung der Interna bzw. Externa in dieser Arbeit in weitere Gruppen aufgeteilt. In den meisten Fällen prägt die Interna die Form der Gabel entscheidend durch einen charakteristischen s- oder c-förmigen Verlauf.

WEIBEL und FIELDS (1965) (43), die über den bogigen Verlauf der Interna Untersuchungen vorgenommen haben, um Ursachen und klinische Bedeutung von pathologischen Veränderungen und anatomischen Varianten der Interna herauszufinden, bezeichnen einen so gearteten Verlauf als Schlängelung ("tortuosity"). In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit fanden sie keinen Seitenunterschied. Die Schlängelung ist häufig beiderseits und bereits in jungen Jahren vorhanden, wird jedoch mit zunehmendem Alter häufiger. Oft beginnt der bogige Verlauf 3 - 4 cm cranial der Gabelung, ungefähr 1,5 Wirbelkörperhöhen entsprechend, wobei die Richtung mit der embryonal angelegten Krümmung übereinstimmt.

Diese Ergebnisse sprechen für eine entwicklungsbedingte Ursache der "tortuosity", die im Laufe des Lebens - bedingt durch Elastizitätsverlust und deren Folgen - eine stärkere Ausprägung erfahren kann.

Ihre Entstehung wird aus der Entwicklungsgeschichte folgendermaßen abgeleitet: Die Interna entsteht aus dem 3. Aortenast und der dorsalen Aorta, deren Verbindung eine deutliche Kurve bei einem 5 Wochen alten Embryo darstellt.

Unterbleibt in der Folgezeit die Streckung der Arterie, wenn das Herz in den Thorax absinkt, oder ist sie unvollständig, bleibt ein bestimmter Grad an Schlängelung erhalten. Ein weiterer Faktor für ihr Zustandekommen könnte ein relativ stärkeres Wachstum des Teils sein, der aus dem 3. Aortenast entspringt. (WEIBEL 1954) (43)

Dieser Sachverhalt würde auch die Beziehung zwischen der Gabelhöhe und ihrer Form erklären, wonach, wie auch ADACHI (1928) (3) aufführt, umso häufiger Bogenformen vorkommen, je höher die Teilung liegt.

Andererseits kommt in dem untersuchten Material besonders der Einfluß des Alters am Ausprägungsgrad des Internabogens zum Ausdruck, den ADACHI (1928) (3) für entscheidend erachtet. Die geraden Formen nehmen mit dem Alter eindeutig ab und die stärker gekrümmten Formen sind in der Hauptsache erst ab dem 50. Lebensjahr anzutreffen. Betont werden soll jedoch, daß es sich um eine allgemeine Aussage handelt und daß dieser Prozeß nicht notwendigerweise an jeder Gabel mit vorrückendem Alter stattfinden muß. Immerhin weisen bei den über 60-Jährigen 50 % eine Bogenform auf, immer noch 29 % eine schlanke.

Wie auch bei ADACHI (1928) (3), LANZ (1955) (24) und FALLER (1946) (9) findet sich eine Beziehung zwischen Häufigkeit der Erweiterung und Teilungsform. Mit zunehmender Bogenform und Winkel steigt sowohl die Anzahl als auch die Stärke der Erweiterungen an der Gabel.

Die aus Communis, Externa und Interna in der Nähe der Gabel entspringenden Äste wurden mit der Bifurkation in Beziehung gesetzt. Die Thyreoidea superior wurde dabei in der Auswertung besonders berücksichtigt, weil sie in unmittelbarer Nähe der Carotisgabel entspringt. In 95,3 % geht sie als selbständiger Ast ab, bei FALLER (1946) (9), ADACHI (1928) (3) und HÖRMANN (1982) (15) liegen analoge Prozentwerte vor. Ihr Durchmesser variiert beträchtlich, nach LANZ (1955) (24) in Abhängigkeit von der Größe des zu versorgenden Drüsen-

lappens und dem Kaliber der übrigen Schilddrüsenarterien. In 43,66 % ist die rechte Arterie größer als die linke, umgekehrt nur in 30 %. GYRÖGY (1972) (12) beschreibt eine durchschnittliche Stärke von 0,2 cm. In den eigenen Untersuchungen liegt der Durchmesser in 70,8 % zwischen dem 0,2 und 0,4-fachen der Communisstärke, die nach GYÖRGY (1972) (12) 0,6 - 0,9 cm beträgt. Damit ist das Gefäß im Durchschnitt 1,2 - 3,6 mm stark.

Im Vergleich zur Externa hat die Thyreoidea meist die $0,25 < 0,75$ -fache Stärke, in der Hälfte der Fälle die $0,25 < 0,5$ -fache, während bei HÖRMANN (1982) (15) nur 3,37 % in diesem Bereich liegen. Diese Diskrepanz ist vermutlich durch unterschiedliche Bestimmung des Externadurchmessers bedingt.

In 55 % gehen die Thyreoideae cranial der Bifurkation ab, in 13 % unterhalb, in 32 % im unmittelbaren Gabelbereich, weitgehend übereinstimmend mit den Ergebnissen von ADACHI. AARON (1979) (1) fand mehr Ursprünge aus der Externa, FALLER (1946) (9), HÖRMANN (1982) (15) und KRAUS (1982) (18) weniger. Die Ursprünge bewegen sich zum größten Teil in einem Bereich von 0,5 Wirbelkörperhöhen um die Gabel, was der Feststellung von ADACHI von "1 cm um die Gabel" entspricht. Ebenfalls fanden ADACHI, FALLER und KRAUS, daß die Thyreoidea auf der rechten Seite häufiger aus der Externa entspringt als links und allgemein weiter cranial. Daß dieser Unterschied nicht allein durch die durchschnittlich rechts weiter caudal liegende Gabelung bedingt ist, wird durch den Vergleich der Höhe der Teilung mit dem Abstand der Thyreoidea untermauert. Bezogen auf dieselbe Gabelhöhe gehen die linksseitigen Thyreoideae häufiger tiefer ab als die rechtsseitigen. Wäre der Seitenunterschied nur darauf zurückzuführen, daß die Teilungshöhen links durchschnittlich höher liegen, so müßten sich, bezogen auf dieselbe Gabelhöhe, die Ergebnisse von rechter und linker Seite entsprechen. Das bedeutet, daß die Thyreoidea unabhängig von der Teilungshöhe entspringt und zusätzlich die linke Thyreoidea häufiger weiter caudal abgeht.

Die Lingualis geht am häufigsten zwischen 0,5 und 1,5 Wirbelkörperhöhen cranial der Gabel ab, also in einem Abstand von etwa 1 - 3 cm, in Übereinstimmung mit HÖRMANN (1982) (15) Ergebnissen. Die Facialis hat ihre häufigsten Abgänge 1/2 Wirbelkörperhöhen oberhalb der Lingualis.

Aus dem Teilungswinkel direkt kommt die Lingualis in 0,6 %, bei ADACHI (1928) (9) in 0,9 %, bei FALLER (1946) (9) in 1 %, bei HÖRMANN (1982) (15) in keinem Fall. Ein Abgang der Facialis aus dem Gabelwinkel wird nicht gefunden. Bei Truncusbildungen ist ein gemeinsamer Stamm von A. thyreoidea und A. lingualis in 3,9 %, entsprechend dem Ergebnis von HÖRMANN, vorhanden. Die anatomischen Untersucher führen niedrigere Prozentwerte an. Ein Truncus linguo-facialis kommt in 22,9 % vor, davon in 12,4 % beiderseits. Der Häufigkeitsgipfel der Abstände von der Gabel liegt genau zwischen den Gipfeln von Lingualis und Facialis. FISCHGOLD und SALAMON (1965) (10) geben Werte um 20 % an, ADACHI (1928) (3) liegt mit 18,7 % noch darunter. In 0,8 % bilden Lingualis, Facialis und Thyreoidea einen gemeinsamen Stamm. HÖRMANN (1982) (15) gibt für die beiden letzt-genannten Trunci höhere Werte an, ebenso AARON (1967) (2), zurückzuführen auf die kleine Fallzahl (50 Fälle). Auffällig ist, daß die Trunci thyreo-linguales sich stets in einem Bereich von 0,5 Wirbelkörperhöhen um die Gabel bewegen, während der Truncus thyreo-linguo-facialis von 0,5 Wirbelkörperhöhen darunter bis zu 2 Wirbelkörperhöhen darüber entspringt.

Auch Occipitalis und Pharyngea können gemeinsam abgehen. Die Pharyngea geht in 33,8 % aus der Occipitalis hervor, im Vergleich mit LANZ (1955) (24) und HÖRMANN (1982) (15) (5,5 %) in eigenen Auswertungen zu einem höheren Prozentsatz. Rechts sind gemeinsame Abgänge häufiger.

Die Pharyngea entspringt selbständig in 64,2 %, in 50 % aus der Externa, in 14,2 % aus dem Gabelwinkel. Das Ergebnis gleicht dem von LASJAUNIAS (1976) (25), der in seinen Unter-

suchungen superselektiver Angiogramme in 65 % selbständige Abgänge fand, und der Angabe von LANZ (1955) (24), daß 2/3 der Aa. pharyngeae selbständig aus der Externa und Interna abgehen.

Die Pharyngea entspringt damit viel häufiger als die anderen Äste aus der Gabel. Insgesamt gehen bis zu einer Wirbelkörperhöhe cranial der Gabel mehr als die Hälfte der selbständigen Pharyngeae ab. Das zu betonen erscheint wichtig, da sie in diesen Fällen eines gabelnahen Abgangs einer Externaligatur entgehen kann. Diese ist laut LANZ (1955) (24) verhältnismäßig häufig notwendig, um dadurch Blutungen im Bereich des Kopfes mit Ausnahme der Orbita-region und intrakranieller Lokalisation zu beherrschen.

Nach KRASTEL (1978) (17) kann die Pharyngea die Vaskularisation eines Glomus-caroticum-Tumors und eines Glomus-jugulare-Tumors übernehmen, so daß die Darstellung atypischer Abgänge wichtig ist.

Selten geht die A. pharyngea aus der Facialis (1 %) und der Interna (1 %) hervor. Ursprünge aus der Interna wurden auch von LASJAUNIAS (1976) (25), TEAL (1973) (40), HÖRMANN (1982) (15) und KRAUS (1982) (18) beschrieben. Die höchsten Werte gibt ADACHI (1928) (3) an, bei dem 8 % der Pharyngeae aus der Interna stammen.

Die Occipitalis geht nach den eigenen Untersuchungen in keinem Fall aus der Interna ab. In 0,6 % entspringt sie direkt aus der Gabelung, in 1/10 ist der Abgang weniger als 0,5 Wirbelkörperhöhen, ungefähr 1 cm, von der Teilung entfernt. ADACHI (1928) (3) fand den Ursprung aus der Gabel genauso häufig, HÖRMANN (1982) (15) mit 1,2 % etwas häufiger, bei FALLER (1946) (9) gehen sogar 11 % aus ihr hervor.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die Gefäßverhältnisse der Carotisgabel wurden anhand von 500 Angiogrammen von 300 Patienten der neuroradiologischen Abteilung der Psychiatrischen Klinik und Poliklinik der Universität München analysiert. Doppelseitige Angiogramme eines Patienten wurden im Rechts-Links-Vergleich besonders berücksichtigt.

Die Carotisbifurkation ist überwiegend (87,4 %) in Höhe des 3. und 4. Halswirbelkörpers zu finden, ohne daß geschlechtsspezifische Unterschiede festzustellen sind. Im direkten Seitenvergleich liegt die linke Carotisgabel in 51 % weiter cranial als die rechte, in nur 25,5 % liegt ein umgekehrtes Verhältnis vor. Beziehungen zwischen Untersuchungsalter und Höhe der Teilung sind nicht herzustellen.

Die die Gabel bildenden Arterien zeigen typische Abgangsformen. Der Abgang der Carotis externa ist in der Hälfte der Fälle zylinderförmig, in 30 % bulbüs-förmig und in 20 % trichterförmig gestaltet. Im individuellen Seitenvergleich stimmen 60,4 % der Abgänge in ihrer Form überein. Die Abgänge der Carotis interna weisen in 83,9 % Bulbus- und Zylinderformen auf, lediglich in 8 % Trichterformen. Bei 3/4 der Patienten stimmen die Internaformen auf beiden Seiten überein. Das craniale Ende der Carotis communis weist in über 40 % eine Zylinderform, in über 10 % eine bulbäre und in nahezu 50 % eine Trichterform auf.

Der Durchmesser der Gefäßabgänge wurde im Vergleich zum Stamm der Carotis communis bestimmt. Danach ist die Externa in 80 % dünnkalibriger, in 10 % von gleicher Stärke und in 10 % weiter, dagegen ist die Interna zu etwa je 1/3 von dünnerem, gleichem oder stärkerem Kaliber. Im Direktvergleich der Seiten entsprechen sich die Externadurchmesser in etwa 30 %, die Internadurchmesser in etwa 40 %. Eine

Seitenpräferenz besteht nicht. Im Vergleich der Abgangsdurchmesser beider Gefäße ist die Interna meist stärker (in 70,7 %), in 6,5 % ist die Externa weiter.

Weiterstellungen sind an der Communis, an der Externa und Interna zu finden, lediglich 10 % der Carotidgabeln kommen ohne Erweiterung eines Gefäßabschnittes vor. Weiterstellungen aller drei Arterien im Beginn sind in 35,9 % vorhanden, die Kombinationen der einzelnen Weiterstellungen stimmen in 41,7 % auf beiden Seiten eines Patienten überein.

Die Form der Carotidbifurkation schwankt zwischen gestreckt schlanken und weit ausladenden Bogenformen. Bogige und schlanke Formen sind etwa gleich häufig zu 41 % zu finden. Die Bogenformen sind zumeist durch eine Krümmung der Interna charakterisiert, lediglich in 10 % durch einen Bogen der Externa. Die Formen beider Seiten eines Patienten gleichen sich in 56,5 %. Der Gabelwinkel der bogigen Formen beträgt in über der Hälfte der Fälle 30° bis 60°, nur in 4,5 % über 90°. Im einzelnen werden die verschiedenen Gabelformen mit den Abgangsformen der die Gabel bildenden Gefäße in Beziehung gesetzt. Zusätzlich werden Abhängigkeiten von der Höhe der Carotidbifurkation und vom Lebensalter untersucht. Allgemein gilt die Feststellung, daß, je höher die Gabel und je älter der Patient ist, um so häufiger Bogenformen auftreten.

Die Untersuchung der einzelnen Äste der A. carotis externa in ihrer Beziehung zur Carotidbifurkation zeigt am häufigsten den Abgang der A. thyroidea superior in Gabelnähe. 87,4 % der Ursprünge der A. thyroidea superior liegen in einem Bereich von 0,5 WKH um die Gabel. Rechtsseitig liegen die Ursprünge in Beziehung zur Teilung weiter cranial als links. Je höher die Carotisteilungen liegen, desto tiefer entspringen die Thyreoideae. Der Durchmesser der Thyreoidea bewegt sich in 70,8 % im Bereich der 0,2-0,4-fachen Communisstärke.

Die A. pharyngea ascendens ist der zweithäufigste Ast in der Nähe der Carotisbifurkation. Liegt die Pharyngea als Einzelgefäß vor - in 34 % wurde sie in Kombination mit der A. occipitalis gesehen - so sind $\frac{1}{3}$ der selbständigen Arterienabgänge in unmittelbarer Umgebung der Carotisgabel zu finden, in 22,2 % wird ein direkter Abgang aus dem Teilungswinkel gesehen.

Die A. lingualis ist der dritthäufigste Externaast in der Nähe der Carotisbifurkation. Als selbständiges Gefäß entspringt sie in 17 % bis zu 0,5 WKH oberhalb der Carotisgabel, aus dem Teilungswinkel geht sie nur in 0,6 % hervor. Truncusbildungen zwischen der A. lingualis und der A. facialis werden in 22,9 % gefunden. Diese Truncusbildungen gehen in 15,9 % weniger als 0,5 WKH von der Carotisbifurkation entfernt aus der Carotis externa ab.

Die Occipitalis entspringt als weiterer Externaast noch bei $\frac{1}{10}$ der Angiogramme bis zu 0,5 WKH oberhalb der Bifurkation, in 0,6 % aus dem Teilungswinkel direkt.

Die Facialis geht mit 1,6 % am seltensten in Gabelnähe (0,5 WKH) und nie aus dem Winkel selbst ab.

Im individuellen Seitenvergleich bei einem Patienten sind die Gefäßabstände der Externaäste von der Carotisgabel nur bei der Occipitalis rechts und links nicht unterschiedlich vorhanden, bei den übrigen Ästen liegen die Abgänge rechts jeweils häufiger weiter cranial als links.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Aaron, C.,
D. Doyon,
H. Fischgold,
J. Metzger,
J. Richard.:
Artériographie de la carotide
externe. Etude anatomo-radiolo-
gique et clinique.
Masson, Paris 1970
2. Aaron, C.,
A.R. Chawap,
J. Richard.:
Variations de la carotide ex-
terne et des ses branches. Etude
anatomique et anatomo-radio-
logique.
C.R. Assoc. Anat. 52, 125 - 135
(1967)
3. Adachi, B.:
Das Arteriensystem der Japaner.
Vol 1, Kyoto 1928
4. Altmann, F.:
Anomalies of the internal carotid
artery and its branches; their
embryological and comparative
anatomical significance.
Laryngoscope 57, 313 - 339 (1947)
5. Decker, K.:
Klinische Neuroradiologie.
G.Thieme, Stuttgart 1968
6. Decker, K.,
H. Backmund.:
Angiographie des Hirnkreislaufs.
G.Thieme, Stuttgart 1968
7. Decker, K.:
Ein Sichtwechsler vor einem Bild-
verstärker.
Fortschr. Röntgenstr. 125,
442 - 444 (1976)

8. Decker, K.,
B. Kunkel:
Fortschritte in der zerebralen
Angiographie.
Fortschr.Röntgenstr. 127,
203 - 211 (1977)
9. Faller, A.:
Zur Kenntnis der Gefäßverhält-
nisse der Carotisteilungsstelle.
Schweiz.Med.Wschr. 45,
1156 - 1158 (1946)
10. Fischgold, H.,
Y. Grisoli,
G. Salamon,
G. Guerinel,
R. Louis,
Radioanatomie et neuro-radio-
logie.
Presse Med. 73, 3223 - 3228
(1965)
11. Frick, H.,
H. Leonhardt,
D. Starck.:
Spezielle Anatomie II. Kopf -
Hals - Eingeweide - Nervensystem.
G.Thieme, Stuttgart 1978
12. György, L.:
Röntgenanatomie des Gefäßsystems.
pp. 120 - 147, 760 - 762,
Barth, J.A., Budapest 1972
13. Heberer, G.,
G. Rau,
H.H. Löhr:
Aorta und große Arterien.
Springer, Berlin, Heidelberg,
New York 1966
14. Heinemann, L.,
H. Heine:
Verlauf und Prognosebeurteilung
arterio-sklerotischer extra-
cranieller zerebrovasculärer
Krankheit.
Vasa 7, 247 - 252 (1978)
15. Hörmann, C.:
Der Abgang der Arteria carotis
externa und Variationen ihrer
Äste im Angiogramm.
Dissertation, München 1982

16. Hyrtl, J.: Einige in chirurgischer Hinsicht wichtige Gefäßvarietäten.
Med. Jahrb. d. Österr. Staates
24, 19 (1841)
17. Krastel, A.: Angiographische Diagnostik der Gesichtsregion und der Schädelbasis.
Arch. Oto-Rhino-Laryngol. 219,
93 - 113 (1978)
18. Kraus, B.: Varianten der A. carotis externa im Angiogramm des Kindes, Kleinkindes und Säuglings.
Dissertation, München 1982
19. Krayenbühl, H., M.G. Yasargil.: Die zerebrale Angiographie,
G.Thieme, Stuttgart 1965
20. Krayenbühl, H., M.G. Yasargil.: Die neuroradiologische Diagnostik und die chirurgische Therapie der Hirngefäßverschlüsse.
Ther. Umschau 25, 462 - 469
(1968)
21. Kunkel, B.: Zerebrale Katheterangiographie.
pp. 25 - 27 in K.E. Loose.
Angiographie und ihre neuesten Erkenntnisse.
W. de Gruyter, Berlin, New York
1975
22. Kunkel, B.: Die zerebrale Angiographie:
Direktpunktion oder Katheteruntersuchung?
Klinikerarzt 5, 11 - 21 (1976)

23. Kunkel, B.,
E.Th.Mayer,: Risikoarme zerebrale Katheter-
angiographie.
Bayer. Ärzteb. 6, 630 - 642
(1978)
24. Lanz, v.T.W.,
W. Wachsmuth.: Praktische Anatomie.
pp. 24 - 27, 84, 95, 147 - 154
Hals.Band I, Teil 2.
Springer, Berlin, Heidelberg,
New York 1955
25. Lasjaunias, P.,
J. Moret.: The ascending pharyngeal artery:
normal and pathological radio-
anatomy.
Neuroradiology 11, 77 - 82 (1976)
26. Lehmann, K.: Die Entwicklung der fötalen
Gesichtsarterien im Röntgenbild.
Dissertation, München 1969
27. Lie, T.A.: Congenital anomalies of carotid
arteries.
Excerpta Medica, 20 - 21,
(1968)
28. Lincke, H.-O.: Angiographische Untersuchungen
von Hals- und Gesichtsregion.
Radiologe 6, 433 - 438 (1966)
29. Mc Afee, D.K.,
M.D. Barry,,
B.J. Anson,
J.J. Mc Donald.: Variation in the point of the
common artery.
Quart. Bull. Northw. Univ.
med. Sch. 27, 226 - 229 (1953)
30. Newton, Th.,
M.D.A. Young: Anomalous origin of the occipital
artery from the internal carotid
artery.
Radiology 90, 550 - 552 (1968)

31. Newton, T.H.,
R.A. Kramer.: Clinical uses of selective external carotid arteriography.
Am.J. Roentgenol. 97, 458 - 472
(1966)
32. Padget, D.H.: The development of the cranial arteries on the human embryo.
Contr. Embryol. 121, 205 - 262
(1948)
33. Pernkopf, E.: Topographische Anatomie des Menschen.
Band 4, 1. Hälfte und 2. Hälfte.
Urban u. Schwarzenberg, München
1957
34. Quain, J.: Anatomy of the arteries of the human body.
London 1844
35. Salamon, G.,
G. Guérinel,
F. Demard.: Etude facioanatomique de l'artère carotide externe.
Ann. Radiol. 11, 199 - 215 (1968)
36. Salamon, G.,
J. Faure,
C. Raynaud.: Angiography, Arteries, Chapter 60
The external carotid artery.
Mosby Company 1974
37. Scheunemann, H.,
Schrudde, J.: Angiographische Untersuchungen im Bereich des Versorgungsgebietes der A. carotis externa.
Handbuch d. Med. Radiologie
Bd X, Teil 3
38. Seidel, K.: Angiographische Beobachtung einer seltenen Carotisanomalie.
Fortschr.Röntgenstr. 103,
390 - 391 (1965)

39. Smith, D.,
J.L. Larson.: On the symmetry and asymmetry of
the bifurcation of the common
carotid artery.
Neuroradiology 17, 245 - 247
(1979)
40. Teal, J.,
M.D. Rumbaugh,
L. Calvin.: Anomalous branches of the
internal carotid artery.
Radiology 106, 567 - 573 (1973)
41. Teal, J.,
M.D. Rumbaugh,
L. Calvin.: Lateral position of the external
carotid artery: A rare anomaly?
Radiology 108, 77 - 81 (1973)
42. Vitek, J.J.,
P. Reaves.: Thoracic bifurcation of the
common carotid artery.
Neuroradiology 5, 133 - 139
(1973)
43. Weibel, J.,
W.S. Fields.: Tortuosity, coiling and kinking
of the internal carotid artery.
I. Etiology and radiographic
anatomy
Neurology 15, 7 - 18 (1965)
44. Wickbom, J.,
B.F. Zachrisson.: Angiography of the carotid
artery.
Acta radiol. Suppl. 72, 1948
45. Waldeyer, A.: Anatomie des Menschen. 2. Teil.
W. de Gruyter, Berlin, New York
1974
46. Yasargil, M.G.: Entwicklung der Diagnose und der
chirurgischen Behandlung zerebro-
vasculärer Erkrankungen.
Schweiz. med. Wschr. 97,
1734 - 1736, (1967)

Herrn Prof. Dr. Kurt Decker bin ich in großer Dankbarkeit für die Überlassung des Themas verbunden. Den Mitarbeitern der Neuroradiologie danke ich für die Unterstützung bei der Durchsicht des Röntgenarchivs.

Herrn Dr. med. Burkhard Kunkel gilt mein besonderer Dank für Anregungen und Hinweise zur Auswertung von zerebralen Angiogrammen und Unterrichtung von Problemen der verschiedenen Punktions- und Kathetertechniken zur Gefäßdarstellung.

LEBENS LAUF

Am 11.08.1959 wurde ich, Claudia Himmer, als einzige Tochter des Bundesangestellten Ernst Himmer und seiner Ehefrau Gertrud, geborene Konrad, in HOF / Bayern geboren.

Von 1965 bis 1969 besuchte ich dort die Volksschule, im Anschluß daran das humanistische Jean-Paul-Gymnasium.

Im Oktober 1971 erfolgte mit dem Umzug meiner Eltern ein Schulwechsel in das neusprachliche Theodolinden-Gymnasium nach München-Harlaching, an dem ich 1978 die Reifeprüfung ablegte.

Nach einer zweimonatigen Praktikumszeit in der Maria-Theresia-Klinik in München begann ich an der Ludwig-Maximilians-Universität in München im Sommersemester 1978 mit dem Medizinstudium.

Im Frühjahr 1984 folgte im Anschluß an den 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung das Praktische Jahr mit den Fächern Dermatologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, Chirurgie am Städtischen Krankenhaus Landshut und Innere Medizin am Städtischen Krankenhaus München-Harlaching.

Mit dem 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung schloß ich im Frühjahr 1985 mein Studium ab.

Seit Oktober 1985 bin ich als Assistenzärztin auf der Internen Abteilung des Kreiskrankenhauses Bad Aibling beschäftigt.

